Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»

**сборник тезисов VI Международной научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых**

«ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ В БИОТЕХНОЛОГИИ»

Том 1

г. Кемерово 2018 г.

УДК 664 + 001.895:60
ББК 36:30.16
П 36

Под общей редакцией
профессора РАН, доктора технических наук,
лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники
А. Ю. Просекова

П 36 Пищевые инновации в биотехнологии: сборник тезисов VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / под общ. ред. А. Ю. Просекова; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2018. – т. 1.– 402 с.
ISBN 978-5-8353-2245-9

Материалы изданы в авторской редакции на русском и английском языках. В сборник вошли результаты научных работ студентов, аспирантов, соискателей и молодых ученых, участвовавших в разработке новых видов продуктов питания и исследовании их свойств, создании пищевых технологий и оборудования, оценке качества готовой продукции и экономической эффективности производства.

Мнение редколлегии и организационного комитета VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых может не совпадать с мнением авторов материалов, опубликованных в сборнике тезисов.

УДК 664 + 001.895:60
ББК 36:30.16

ISBN 978-5-8353-2245-9 (т. 1)
ISBN 978-5-8353-2244-2

© ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 2018

УДК 602.4:631.576.2

ЖМЫХ КЕДРОВОГО ОРЕХА КАК ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВОГО ИЗОЛЯТА

Т. Н. Агафонова, Л. К. Асякина
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В развивающемся мире широко используются при решении разных пищевых, экологических и энергетических проблем вторичные ресурсы растительного сырья, являющиеся дополнительным источником ценных веществ натурального происхождения [4].

Данное сырье активно применяют в пищевой и кормовой промышленности, для получения продуктов разной природы, а именно белковой, углеводной, биологически активных соединений, в том числе продуктов глубокой переработки и компонентов с высокой добавленной стоимостью. Более глубокая переработка белоксодержащих культур, таких как бобовые и орехи, приводит к получению концентрированных белковых продуктов – концентратов и изолятов [7].

Одним из важных растительных ресурсов в России являются семена сибирской кедровой сосны. В ходе процесса их переработки в масложировой промышленности, главным компонентом является – масло, а вторичным – жмых (шрот) [3].

Кедровый орех содержит в своем составе до 64 % масла, а оставшиеся 36 % приходятся на остальные элементы. В свою очередь, жмых содержит до 55 % легкоусвояемых белков, до 25 % кедрового масла и до 20 % клетчатки и других элементов, что позволяет с уверенностью назвать жмых кедровый уникальным белково-витаминным продуктом [2].

В составе жмыха имеются 17 незаменимых аминокислот, которые участвуют в процессе обмена веществ в организме человека, в том числе наиболее дефицитные: лизин, метионин, триптофан и др. Для человека все эти вещества играют положительную роль: они помогают поддерживать иммунитет и выполняют противохолестериновые функции.

Также в кедровом жмыхе содержатся макро- и микроэлементы, полисахариды, сахара и витамины групп А, Е, D, В, С, К и Р. Имеет богатый минеральный состав, который отличается высоким содержанием калия, магния, фосфора, меди, цинка и йода [2].

Особенно полезен кедровый жмых при: серьезных спортивных нагрузках; плохом иммунитете; проведении терапии после болезни; нарушении обменного процесса; физическом истощении; болезнях почек; восстановлении биохимического состава крови; нервных расстройствах; гастрите, высокой кислотности или язве; заболеваниях легких: туберкулезе, бронхите, пневмонии; плохой лактации.

В пищу жмых может употребляться как в чистом виде, так и для приготовления разнообразных блюд. Из чистого жмыха нередко делают каши быстрого приготовления: хлопья заливаются кипящей водой или горячим молоком и томятся под крышкой 5–7 минут. После можно добавлять фрукты, мед, сахар или варенье. Также жмых смешивается с любыми другими кашам.

Кедровая мука добавляется в выпечку, например, при приготовлении блинного или песочного теста. Приготовить на кедровой основе можно даже соус: перемолотые остатки орехов смешиваются с другими специями и разбавляются водой или маслом, или же мука добавляется к сметане или майонезу.

Таким образом, жмых кедра прекрасно подходит для получения функциональных пищевых продуктов, которые полезны для здоровья [6].

Но самое главное в жмыхе кедра то, что он является прекрасным растительным сырьем, для получения белкового изолята – один из популярных видов быстроусвояемых белков.

Польза от употребления белкового изолята заключается в получении организмом материала, для роста мышечных тканей и энергетическую базу, по этой причине сейчас популярно использовать данный протеин в бодибилдинге, особенно тем спортсменам, у

которых аллергия на лактозу; вегетарианцам и веганам; при похудении, и тем, кто стремится поддерживать свой рацион питания.

В последнее время многие культуристы, переключившиеся с сыворотки на растительные белки, отмечают, что мышцы, построенные на протеине растительного происхождения, намного крепче, плотнее и устойчивее к разрушениям. И что интересно, набранная масса от сывороточных протеинов быстро теряется, если прекратить их прием.

Протеиновые порошки, выработанные из растительного сырья, могут быть замечательной добавкой, которую надо употреблять после тренировок для быстрого восстановления. Растительный протеин поможет организму человека вывести токсины, похудеть и укрепить здоровье.

Очень популярны продукты для спортивного питания, где используют смесь растительных белков, например, белки гороха, клюквы, семян конопли.

Существует традиционная схема получения белковых изолятов из вторичных продуктов переработки масличного сырья, следуя ей белки экстрагируют из обезжиренных семян или шрота – кислотой или щелочью с последующим осаждением белка из раствора в изоэлектрической точке, нейтрализацией, сушкой белкового продукта и последующей модификацией его функциональных свойств [8].

Перспективными на сегодняшний день считаются разработанные методы получения и/или модификации растительных белковых изолятов с использованием ферментных препаратов различной направленности действия, применение которых не только увеличивает выход белка, но и позволяет влиять на его функциональные свойства [1, 5].

Работа выполнена в рамках Соглашения № 14.577.21.0255 от 26.09.2017 (уникальный идентификатор RFMEFI57717X0255).

Список литературы

1. Баурин, Д. В. Использование протеолитических ферментов для увеличения степени извлечения белковых соединений шрота подсолнечника / Д. В. Баурин, Б. А. Кареткин, И. В. Шакир // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 10. – С. 16–20.

2. Колесникова, Т. Г. Исследование химического состава белково-липидного продукта из кедрового ореха / Т. Г. Колесникова, М. А. Субботина, Н. С. Шубенкина // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 1–5.

3. Белковые изоляты из растительного сырья: обзор современного состояния и анализ перспектив развития технологии получения белковых изолятов из растительного сырья / Д. В. Компанцев [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 1. – С. 58.

4. Кубасова, А. Н. Использование жмыхов масличных культур для получения белковых препаратов / А. Н. Кубасова, В. И. Манжесов, Ж. И. Сатаева // Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум». – Воронеж, 2016. – С. 187–188.

5. Мартемьянова, Л. Е. Применение ферментных препаратов в получении растительных белков / Л. Е. Мартемьянова, Л. В. Антипова // Вестник ВГУИТ. – 2013. – № 1. – С. 104–108.

6. Несина, И. А. Опыт применения функциональных продуктов питания на основе кедрового ореха для коррекции пищевого рациона спортсменов / И. А. Несина, Е. Б. Гарагуля, А. А. Люткевич // Международная научная-практическая конференция «Спортивно-массовая работа и студенческий спорт: возможности и перспективы». – СПб., 2015. – С. 129–137.

7. Пат. 2335917 Российская Федерация, МПК A23J1/14. Способ получения белка и масла из бобовых культур / Г. Н. Румянцева, М. И. Осадько ; заявитель и патентообладатель Московский государственный университет прикладной биотехнологии. – № 2007133464/13; заявл. 07.09.2007 ; опубл. 20.10.2008.

8. Пат. 2310335 Российская Федерация, МПК A 23 J 3/32. Способ получения белкового концентрата из семян подсолнечника / Лобанов В. Г., Степуро М. В., Шульвинская И. В., Щербаков В. Г. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «КГТУ». – № 2006105617/13, заявл. 22.02.2006 ; опубл. 20.11.2007.

УДК 613.2

ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ К ГЛУТАМАТУ

А. А. Алексеева*, Л.А. Гордеева*,**
*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия
**Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия

Способность человека распознавать полезную и питательную пищу и отличать ее от ядовитой пищи, является необходимым условием для его успешной жизнедеятельности. Распознавание вкуса играет важную роль в избирательном употреблении или отклонении пищи [1].

«Умами» (в переводе с японского – «приятный вкус») – это название вкусового ощущения, которое вызывают некоторые виды японской пищи, в основу которой входят водоросли *Laminaria japonica*. Компонентом, определяющим этот приятный вкус, является глутамат. У человека такой характерный вкус вызывают всего два вещества – L-глутамат и L-аспартат [1]. Эволюционно сложилось, что L-глутаминовая кислота стала так называемым «маркером» белка. Если в пище есть белок – есть, как правило, определенное количество этой аминокислоты, соответственно, вкус такой пищи организм распознает как приятный и полезный.

Стоит заметить, что вкусовые рецепторы должны реагировать на природную глутаминовую кислоту. Однако бурное развитие биотехнологии в последние десятилетия привело к тому, что вкусовые рецепторы человека приучили реагировать на глутамат натрия – пищевую добавку Е621, используемую в рецептуре для приготовления разных продуктов. Несмотря на полезные свойства глутамата натрия (используется при лечении гастрита с заниженной кислотностью, некоторых болезней центральной нервной системы, рекомендован для рациона людей, страдающих гипертензией), он может негативно влиять на здоровье человека. Синтетический глутамат натрия может обладать токсическими свойствами, в частности, может стимулировать излишнее возбуждение клеток головного мозга, особенно у детей и подростков, а также беременных женщин. Кроме того, глутамат натрия может вызывать у людей пищевую зависимость и провоцировать развитие ряда заболеваний.

У человека за распознавание тех или иных веществ, обладающих определенным вкусом, отвечают специализированные мембранные белки-рецепторы [1]. Если за восприятие соленого и кислого вкуса отвечают рецепторы ионных каналов, то за восприятие сладкого, горького и «умами» отвечают рецепторы, сопряженные с G-белками. Как показали исследования, человеческие белки T1R1 и T1R3 образуют гетеродимер, который избирательно распознает L-глутамат натрия и L-аспартат, но не их D-энантиомеры или другие соединения. Предполагается, что в гетеродимере T1R1/T1R3 глутаматсвязывающий сайт находится на белке T1R1, с которым могут связываться G-белки [2].

Кодируют рецепторы соответствующие гены, полиморфизм которых может изменять индивидуальную чувствительность к тому или иному вкусу. Так люди ощущают вкус одного и того же вещества по-разному, и пороги вкусовой чувствительности у разных людей также сильно отличаются – вплоть до «вкусовой слепоты». Исследования на генетическом уровне показали, что для гена *TAS1R1* (кодирует белок T1R1) найдены множественные варианты транскриптов, кодирующие несколько различных изоформ белка, которые могут объяснять разные пороги вкуса среди индивидуумов по вкусу «умами» [2]. Так, например, полиморфизм в гене *TAS1R1* Ala372The (rs34160967, G/A) оказывает влияние на чувствительность к глутамату натрия. Носители аллеля 372The являются более чувствительными к вкусу «умами», а, следовательно, к глутамату натрия.

Целью нашего исследования стало изучение индивидуальной чувствительности людей к глутамату натрия.

Нами было проведено анкетирование 61 студента, обучающегося в КемГУ. Возраст студентов был от 17 до 22 лет, средний возраст составил 20,0 лет. Все студенты дали

письменное информированное согласие на участие в исследовании. Исследование проводилось с соблюдением условий добровольности и конфиденциальности, одобрено местным этическим комитетом.

Сбор информации о пищевом предпочтении студентов осуществлялся с помощью специально разработанных анкет. На основании анкетных данных (порядковый номер, Ф.И.О. студента, возраст, ответов на вопросы) была создана база данных, которая позволила провести статистическую обработку в зависимости от поставленных задач. Во время статистической обработки данных учитывали долю (%) студентов при ответе на вопросы анкеты.

На первом этапе исследования был проведен анализ анкетных данных, по результатам которого студенты были поделены на 3 подгруппы. Распределение на подгруппы было проведено на основании ответов на вопросы, которые включали: а) степень чувствительности к различным продуктам (лапша быстрого приготовления, соевый соус, чипсы, сыры, кетчуп); б) индивидуальные предпочтения в еде; в) пристрастие к питанию в ресторанах быстрого питания; г) употребление продуктов, содержащих большое количество глутамата.

В первую подгруппу, предположительно обозначенную как «сверхчувствительные» к глутамату натрия, вошли 22 (36 %) студента, которые указали на чрезмерно соленый вкус продуктов, в рецептуру которых входит глутамат натрия. Вторую подгруппу – «нормально чувствительные» составили 35 (57 %) студентов, которые посчитали умеренным вкус таких продуктов. Третью подгруппу «нечувствительные» составили 4 (7 %) студента, предпочитающие более насыщенный вкус указанных в анкете продуктов и употребляющие их в больших количествах.

На втором этапе исследования была проведена дегустация двух соляных растворов – 29 ммоль/л хлорида натрия и 29 ммоль/л глутамата натрия. В дегустации приняли участие 21 студент. Мы использовали подход, предложенный исследователями из Французского национального института сельскохозяйственных исследований [3]. Наше исследование показало, что все студенты (100 %) чувствовали разницу между растворами хлорида натрия и глутамата натрия. По результатам опроса все студенты описали вкус глутамата более насыщенным, по сравнению с раствором соли. Также было отмечено неприятие вкуса глутамата. Нужно отметить, что во французском исследовании доля людей, чувствительных к глутамату натрия в растворе, составила 49 %, тогда как вкус глутамата вовсе не почувствовали 19 % [3]. Наши результаты существенно отличаются от результатов французского исследования. На наш взгляд, такие отличия могут быть обусловлены небольшим количеством обследуемых лиц в нашем исследовании, а также не исключено влияние генетического фактора.

Таким образом, по результатам анкетирования были выявлены студенты, являющиеся «сверхчувствительными», «нормально» чувствительными и «нечувствительными» к глутамату натрия. Мы предположили, что на распределение студентов на группы разной чувствительности к глутамату натрия может оказывать влияние генетический фактор. Для того чтобы подтвердить эту идею, требуется продолжить исследование. Следует отметить, что наше исследование пилотное, и следующим шагом будет изучение связи генетического полиморфизма с индивидуальной чувствительностью к глутамату натрия. Нами уже собраны образцы клеток букального эпителия студентов, которые послужат источником для выявления ДНК.

Список литературы

1. Гиляров Д.А., Сахарова Т.А., Буздин А.А. Молекулярные рецепторы вкусовых веществ / Д.А. Гиляров, Т.А. Сахарова, А.А. Буздин // Биоорганическая химия. – 2009. – № 1. – С. 5-14.

2. Мглинец В.А. Вкусовые рецепторы / В.А. Мглинец // Успехи современной биологии. – 2015. – Т. 135, № 3. – С. 234-251.

3. Raliou M. Nonsynonymous single nucleotide polymorphisms in human tas1r1, tas1r3, and mGluR1 and individual taste sensitivity to glutamate / Mariam Raliou. // The American Journal of Clinical Nutrition. – 2017. – № 90. – P.789-799.

УДК 637.5

ПРИМЕНЕНИЕ «ЛАВИТОЛА» ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КУСКОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ СВИНИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Л. О. Архипов, А. Г. Донецких
ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН,
г. Москва, Россия

Введение

Современные тенденции производства и переработки пищевых продуктов предусматривают пролонгирование сроков их хранения при гарантии сохранения качественных показателей, поэтому проблема увеличения сроков хранения охлажденных пищевых продуктов, в том числе и мясных полуфабрикатов, является актуальной.

Использование антиоксидантов в перерабатывающей промышленности позволяет увеличить сроки хранения пищевых продуктов (сырья, охлажденных и замороженных полуфабрикатов, готовых продуктов), обеспечивая защиту от окисления их составных частей кислородом воздуха и, как следствие, замедляет порчу.

Рынок пищевых добавок стремительно развивается, а их ассортимент активно расширяется, что объясняется их высокой востребованностью. Среди компонентов с антиокислительными и лечебно-профилактическими характеристиками особый интерес представляет «Лавитол», или дигидрокверцетин (ДКВ) – это вещество, которое извлекают из древесины лиственницы сибирской, в Европе это соединение имеет название «Таксифолин». Его положительное влияние на имунитет человека было открыто в 1950 г., а последующими научными исследованиями и клиническими испытаниями доказан широкий спектр его действия [1].

В России «Лавитол» разрешен к использованию как пищевая добавка (СанПиН 2.3.2.1078-01, ТР ТС 029/2012) и рекомендован для применения в производстве как составная часть рецептур при производстве пищевых продуктов [2, 3].

Обзор научной литературы показывает, что использование «Лавитола» при производстве мясных полуфабрикатов и изделий из мяса весьма эффективно. По данным исследовательских работ ВНИИ птицеперерабатывающей промышленности применение ДКВ при хранении куриного топленого жира замедляет в значительной степени его окисление [4], похожие результаты были достигнуты на свином жире, при внесении 0,06 и 0,02 % ДКВ [5]. Увеличение концентрации дигидрокверцетина до 0,08 и 0,2 % к массе жира способствует полному ингибированию процессов окисления на протяжении всего срока хранения [6, **7**].

Исследования, проведенные под руководством Мандро Н. М. и др., свидетельствуют о замедлении процессов образования активных радикалов на ранних стадиях хранения при внесении ДКВ в фарш из баранины в количестве 0,05 и 0,075 % к массе сырья [4].

В работах Гуринович Г. В. и др. показано, что уровень концентрации перекисей в жировой части фарша остается на допустимом уровне даже при превышении срока его хранения в семь раз по сравнению с установленными сроками хранения нормативной документацией [9].

Эффективность применения дигидрокверцетина отражена в работах Байжумановой Л. А. и свидетельствует об успешном использовании антиоксиданта при производстве фарша из мяса птицы механической обвалки [9].

Результаты исследований Шаховой Е. В. и др. говорят об успешном применении ДКВ как вещества с антимикробными свойствами. Использование дигидрокверцетина при хранении мяса способствует сдерживанию роста микрофлоры [10].

Проведенный анализ научной литературы показал, что дигидрокверцетин обладает антиокислительными и бактериостатическими свойствами, способствует сохранению биологической ценности и увеличению срока хранения пищевых продуктов и включен в перечень разрешенных пищевых добавок.

Объект исследования и организация эксперимента

Объект исследования – бескостные вакуумупакованные полуфабрикаты (БВП) из свинины. При выборе методов исследования руководствовались возможностью более полного отражения влияния условий обработки и холодильного хранения на микробиологические и органолептические изменения БВП из свинины.

Для проведения исследовательских работ были сформированы две группы контрольных и опытных образцов в виде бескостных вакуумупакованных полуфабрикатов из свинины. Контрольная группа – мясной полуфабрикат, выработанный без использования ДКВ. Опытная группа – мясной полуфабрикат, произведенный с применением дигидрокверцетина в количестве 0,02 % к массе образца, который наносился на поверхность куска свинины, а затем проводилась упаковка полуфабриката под вакуумом.

Далее на технологическом стенде ФГБНУ ВНИХИ были подготовлены холодильные камеры для хранения БВП при температуре охлаждающей среды +4°С и −1,5 °С на протяжении 30 суток. Контрольная и опытная группы были разделены пополам и помещены в камеры. В процессе хранения проводились органолептическая оценка исходных образцов и на 5, 10, 15, 20, 25, 30 сутки хранения и микробиологическая оценка исходных образцов, а также на 10, 20, 30 сутки.

В ходе экспериментальных работ проводился контроль параметров процесса хранения:

– температура полуфабриката: измерителем-регистратором температуры ИС-203.2, «ТЕХНО-АС»;

– температура и относительная влажность охлаждающей среды: термогигрометром ДВ2ТСМ-Р, «Микрофор»;

Определение микробиологической обсемененности проводили по ГОСТ Р 51448-99 с учетом МУК 4.2.1847-04, ГОСТ 21237-75, ГОСТ Р 51447-99, органолептическую оценку – ГОСТ Р 51447-99.

Экспериментальные данные, полученные в результате проведенных исследований, были подвергнуты статистической обработке в соответствии с методами, принятыми в биологии. Повторность анализов при выполнении экспериментальных исследований принята 5-ти кратная (для микробиологических – 3-х кратная).

Результаты исследований

Характеристика температурных режимов хранения

Определены средние значения температур хранения, как исследуемых объектов, так и охлаждающей среды. Средняя температура охлаждающей среды в режиме хранения +4 °С была определена как (3,4 ± 0,8) °С, а температура полуфабриката (3,5 ± 0,2) °С.

Средняя температура охлаждающей среды в режиме хранения −1,5 °С составила –(1,1 ± 0,7) °С, а температура изделий из свинины: −(1,0 ± 0,2) °С.

Результаты микробиологических исследований

Микробиологические исследования проведены в исходном сырье, на 10, 20, и 30 сутки в обоих режимах хранения, результаты представлены в табл. 1, 2.

Из приведенных выше табл. 1 и 2 следует, что мясное сырье, использованное при проведении экспериментов, по микробиологическим показателям соответствовало нормам свежего мяса. Общее количество микроорганизмов не более $5{,}0 \cdot 10^2$, БГКП в 0,1 г не обнаружены, патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, в 25 г не обнаружены.

Образцы, обработанные ДКВ, (режим хранения +4 °С) на 20 сутки имели более низкую микробиологическую обсемененность (в 1,4 раза) по сравнению с контрольными образцами.

Таблица 1 – Динамика содержания микрофлоры при хранении вакуумупакованной свинины (Режим +4 °С)

№	Показатель	Ед. измерения	Норма по НД	Изменение содержания м/ов в процессе хранения, сут.						
				Режим +4 °С						
				Контроль				Опыт		
				Исх.	10	20	30	10	20	30
1	КМАФАнМ	КОЕ/г, не более	$1{,}0 \cdot 10^4$	$4{,}8 \cdot 10^2$	$3{,}4 \cdot 10^3$	$1{,}0 \cdot 10^4$	$>3{,}0 \cdot 10^5$	$1{,}2 \cdot 10^3$	$7{,}3 \cdot 10^3$	$>3{,}0 \cdot 10^5$
2	БГКП	не допуск.	0,01 г	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
3	*L.monocyto-genes*	не допуск.	25 г	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
4	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы	не допуск.	25 г	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Таблица 2 – Динамика содержания микрофлоры при хранении вакуумупакованной свинины (Режим −1,5 °С)

№	Показатель	Единица измерения	Норма по НД	Изменение содержания м/ов в процессе хранения, сут						
				Режим −1,5 °С						
				Контроль				Опыт		
				Исх.	10	20	30	10	20	30
1	КМАФАнМ	КОЕ/г, не более	$1{,}0 \cdot 10^4$	$5{,}0 \cdot 10^2$	$9{,}6 \cdot 10^2$	$3{,}3 \cdot 10^3$	$9{,}3 \cdot 10^4$	$7{,}1 \cdot 10^2$	$1{,}1 \cdot 10^3$	$7{,}2 \cdot 10^4$
2	БГКП	не допуск.	0,01 г	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
3	*L.monocyto-genes*	не допуск.	25 г	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
4	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы	не допуск.	25 г	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Образцы, обработанные ДКВ, (режим хранения −1,5 °С), имели более низкую микробиологическую обсемененность (в 3,0 раза ниже) по сравнению с контрольными образцами.

На 30 сутки хранения в образцах полуфабрикатов (режим хранения +4 °С), зафиксировано превышение микробиологических показателей, предусмотренных требованиями Санитарных правил и норм для охлажденной вакуумупакованной свинины.

По результатам микробиологических исследований установлено, что внесение дигидрокверцетина приводит к сдерживанию роста микрофлоры и оказывает бактериостатическое действие, что способствует удлинению сроков хранения вакуумупакованных полуфабрикатов из свинины по сравнению с контрольными образцами.

Результаты органолептических исследований

Внешний вид исходных образцов и результаты органолептической оценки приведены на рис. 1 и табл. 3, оценивали внешний вид и запах мяса.

Рисунок 1 – Внешний вид исходного контрольного и опытного образцов БВП

Оценка по внешнему виду контрольных и опытных групп полуфабриката (рис. 1) показала, что нет визуальной разницы между обработанными и необработанными полуфабрикатами, аналогичные результаты получены после 30 суток хранения.

Для количественного выражения показателей качества при органолептическом анализе применяли систему балльной оценки. По 5-бальной шкале 5 баллов означают отличное качество; 4 – хорошее; 3 – удовлетворительное; 2 – неудовлетворительное, но допустимое; 1 – неудовлетворительное.

Таблица 3 – Оценка органолептических показателей контрольных и опытных образцов в процессе хранения

№	Срок хранения, сутки	Режим +4 °С		Режим −1,5 °С	
		Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
1	Исходное сырье	5,0	5,0	5,0	5,0
2	5	4,8	4,9	4,8	4,9
3	10	4,5	4,7	4,6	4,9
4	15	3,8	4,5	4,3	4,7
5	20	2,8	3,9	3,3	4,5
6	25	2,3	3,2	2,8	3,6
7	30	1,7	2,5	2,3	2,9

Анализ полученных данных табл. 3 показывает, что образцы в первые десять-пятнадцать суток существенно не отличались по органолептическим показателям между собой, однако, после двадцати суток хранения полуфабриката видны отличия, которые достигают в бальной оценке до 1,2 балла. Также стоит отметить, что влияние дигидрокверцетина на органолептические показатели не снижается при понижении температуры хранения.

Выводы

В результате проведенных микробиологических и органолептических исследований определено, что использование дигидрокверцетина способствует эффективному сохранению товарного вида и органолептических показателей полуфабриката из бескостной вакуумупакованной свинины и обеспечивает увеличение его срока хранения на 5–7 суток по сравнению с контрольными образцами в результате сдерживания развития микрофлоры и ингибирования гидролитических и окислительных изменений жиров.

Благодарности

Исследовательская работа выполнена при поддержке компании «НАСУК».

Список литературы

1. Тюкавкина, Н. А. Лекарственные препараты на основе диквертина / Н. А. Тюкавкина, М. Б. Плотников // Лекарственные препараты на основе диквертина. – Томск : 2005. – 228 с.

2. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

3. ТР ТС 029/2012. «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

4. Мандро, Н. М. Разработка технологии мясных фаршей с применением натурального антиоксиданта / Н. М. Мандро, А. В. Борозда, Ю. Ю. Денисович // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 5. – С. 72–75.

5. Дигидрокверцетин – надежный стабилизатор качества куриного жира / Ю. Н. Красюков [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2006. – № 4. – С. 54–57.

6. Семенова, В. В. Дигидрокверцетин – перспективный натуральный антиокислитель / А. А. Семенова, В. В. Насонова // Все о мясе. – 2007. – № 4. – С. 48–49.

7. Токарев, Э. С. Использование дигидрокверцетина в качестве натурального антиокислителя / Э.С. Токарев, Р. А. Новаков, П.С. Дегтярев // Мясная индустрия. 2003. – № 10. – С.27 – 28.

8. Гуринович, Г. В. Препарат для продления срока годности мясных полуфабрикатов / Г. В. Гуринович, К. В. Лисин, Н. Н. Потипаева // Мясная индустрия. – 2005. – № 2. – С. 31–33.

9. Байжуманова, Л. А. Технологические свойства мясного фарша со структурированным наполнителем из животных белков / Л. А. Байжуманова, Н. Н. Потипаева // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 2. – С. 28–29.

10. Шахова, Е. В. Применение дигидрокверцетина в качестве антиоксиданта при хранении рубленых полуфабрикатов / Е. В. Шахова, О. А. Краснова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 11–17.

UDC 602.4

APPLICATION CHARACTERISTICS OF SILVER NANOPARTICLES AS DISINFECTIVE MEANS

N. A. Bashckirtseva, O. S. Chaplygina
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Nanotechnologies that have appeared in the last quarter of the 20th century are developing rapidly. Nanotechnology is a set of methods that allows you to create nanosize objects (from 1 to 100 nm). Such objects have special properties. These properties of nanomaterials will allow for using them in the latest scientific achievements [1]. Indeed, nanotechnology for the past 10–15 years have firmly entered the everyday life of man. Nanoparticles are used in various industries, including the food industry, pharmacology, medicine, cosmetology, and are part of widely used biologically active additives, sanitary and packaging means.

Silver nanoparticles are by far the most researched and widely used nanoscale metallic materials. World science and industry are constantly opening up new opportunities for this material and creating a large number of products with its application. Nanoparticles of silver have pronounced antimicrobial, catalytic and optical properties. Coatings modified with silver nanoparticles can be used as preventive antimicrobial means of protection in places where the risk of contagion increases: in transport, in public catering establishments, in agricultural and livestock buildings, in children's, sports, medical institutions. Silver nanoparticles can be used for water purification and destruction of pathogens in the filters of air conditioning systems, in swimming pools, showers and other common areas [2].

The high reactivity of silver nanoparticles is explained by the fact that they have a strong bactericidal action – they kill certain types of pathogenic bacteria. Silver ions make it impossible for many chemical reactions to occur within bacteria, and therefore, in the presence of silver nanoparticles, many bacteria do not multiply. The so-called gram-negative bacteria, which can not be colored by the Gram method (*Escherichia coli*, *Salmonella*, etc.), are most sensitive to the action of silver nanoparticles.

It has been established that silver nanoparticles are promising disinfective agents. They allow to fight not only such dangerous diseases as AIDS, *legionellosis*, avian influenza and other atypical pneumonia, hepatitis, tuberculosis, but also less dangerous, but widespread and causing great inconvenience to people – *salmonella*, intestinal and staphylococcal infections (incl. those caused by *E. coli*), etc. It is known that microorganisms adapt to the action of any antibiotic during the period of 7–10 years [4]. At the same time, no cases have been found where microorganisms have adapted to the action of silver nanoparticles, since they attack microorganisms at once in several directions.

Disinfection is one of the most important areas in the complex of measures to combat infectious diseases and pathogenic flora. At the same time, due to objective reasons, existing disinfectants no longer meet the increased requirements for products of this kind [3].

Disinfectants of the new generation are designed for preventive disinfection:

– of surfaces in rooms;
– of hard and soft furniture;
– surfaces of everyday devices and those of medical and preventive institutions devices;
– items of public utilities (in hotels, dormitories, baths, saunas, laundries, hairdressers, public toilets, etc.);
– in catering, consumer markets, livestock farms;
– in educational, cultural, recreational, sports facilities (swimming pools, sports and cultural and recreational complexes, cinemas, offices);
– for fighting infections of bacterial etiology (including tuberculosis);
– for fighting infections of the viral etiology (including poliomyelitis, HIV infection), dermatophytosis, candidiasis, mold fungi.

At the department of Bionanotechnology of the Kemerovo State University, a new environmentally friendly composite compound (Argodez) was previously obtained. In this compound synergism (enhancement of action due to a combination of substances used) is clearly manifested, allowing the preparation to be used as a disinfectant (pathogen cleansing agent) with very low concentration of active components. Argodez belongs to a new generation of disinfectants based on composites, which has a dual effect on microorganisms (bactericidal and bacteriostatic), the agent does not contain alcohols and chlorine compounds. The drug is able to inhibit 99,7% of all microbes, viruses, fungi, acting simultaneously; it has an effect on both the pathogen's enzyme activity and its reproductive function. It also has a long service ability.

Argodez is intended for disinfection of premises (schools, hospitals, barracks) and indoor surfaces, including industrial facilities, kitchens, saunas, baths, etc. Chemical disinfectants are currently most widely used in antiseptics and antiepidemic practices. All chemical disinfectants belong to several types of compounds: alkalis and their salts, phosphates, surfactants and acids. Table 1 presents the comparative characteristics of Argodez with other drugs most often used as disinfectants.

Table 1 - Level of activity of chemical compounds used in the formulations of disinfectants

Chemical compound	Concentration	Activity Level	Disadvantages
Glutaraldehyde	2%	High	Unstable, causes burns
Tertiary amines	1–4%	High	Not active in the presence of organic substances
Formaldehyde	1–8%	High	Carcinogenic / causing cancer
Hydrogen peroxide stabilized	2%	High	Time-unstable
Phenol compounds	0,5–3%	Intermediate	Causing skin irritation
Quaternary ammonium compounds	0,1–0,2%	Low	No sporicidal effect
Argodez	0,01–0,1%	High	Disadvantages are not revealed

From Table 1 it follows that Argodez is an advantageous disinfectant as compared to other chemical compounds. Therefore, there is the prospect for developing and further studying the means to identify positive results in other areas.

Bibliography

1. Podzharnaya, K. S. Colloidal silver – ways of obtaining and prospects of application for cleaning equipment / K. S. Podzharnaya // Innovations in the food industry. – 2013. – № 2 (4). – P. 29–32.

2. Efficacy of using preparations based on colloidal silver in order to control the content of enterobacteria at veterinary surveillance sites / A. B. Kononenko [et al.] // Russian Journal of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology. – 2014. – № 2 (12). – P. 41–46.

3. Prabhu, S. Silver nanoparticles: mechanism of antimicrobial action, synthesis, medical applications, and toxicity effects / S. Prabhu, E. Poulose // International Nano Letters. – 2012.

4. Mechanisms of silver nanoparticle release, transformation and toxicity: a critical review of current knowledge and recommendations for future studies and applications / B. Reidy [et al.] // Materials. – 2013. – № 6. – P. 2295–2350.

УДК 664.681

КУКУРУЗНАЯ МУКА В ТЕХНОЛОГИИ СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ

А. Ю. Валегжанина, Т. В. Рензяева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Мучные кондитерские изделия занимают значительное место в повседневном рационе питания населения России. Они представляют собой большую группу различных изделий на основе пшеничной муки, преимущественно с высоким содержанием сахара и жира, имеющих, как правило, высокую энергетическую ценность и несбалансированный состав пищевых веществ. Наиболее естественным и доступным способом расширения ассортимента сдобного печенья, оптимизации его состава и повышения качества является рациональное комбинирование различных видов муки.

Основным структурообразующим сырьевым компонентом мучных кондитерских изделий традиционно является пшеничная мука, белки которой образуют клейковину при набухании в воде в процессе замеса теста. Клейковинные белки, которые называют «глютен», формируют необходимые структурно-механические свойства теста и качественные характеристики готовых изделий. В белковой фракции таких злаков, как пшеница, ячмень, рожь, овес и их гибриды глютен присутствует в разных количествах. При использовании кукурузной, гречневой, рисовой и других безглютеновых видов муки в производстве мучных изделий возникает ряд проблем. Разработка рецептур и технологий мучных изделий из безглютеновых видов муки требует использования таких соотношений сырьевых компонентов и технологических приемов, которые позволят получать готовые изделия требуемого качества [1].

Кукурузная мука является одним из перспективных видов сырья для производства мучных кондитерских изделий, поскольку имеет приятный вкус и желтоватый цвет. Однако ввиду особенностей состава и твердой структуры частиц, она недостаточно используется в производстве мучных изделий. Соотношение белков, жиров и углеводов в кукурузной муке более сбалансировано, она содержит больше клетчатки по сравнению с пшеничной мукой. В кукурузной муке содержится от 85 до 90 % углеводов, от 1 до 1,2 % жиров и от 8 до 10 % белков, которые не образует клейковины. Она содержит больше витаминов, минеральных веществ, чем пшеничная мука. Калорийность кукурузной муки выше по сравнению с такими видами, как ржаная, ячменная мука, но сопоставима с пшеничной мукой. Кукурузная мука отличается более высокими значениями содержания жиров, зольности, кислотности и крупности частичек по сравнению с пшеничной мукой. За счет более высокой атакуемости крахмала амилолитическими ферментами газообразующая способность кукурузной муки выше, чем пшеничной муки [2].

Присутствие в кукурузной муке витаминов B_1, B_2, PP, каротина, кальция, магния, фосфора, железа, а также микроэлементов меди (0,146 мг/%) и никеля (0,140 мг/%), позволяет рекомендовать изделия из нее людям с различными формами нарушения обмена веществ, имеющих заболевания крови, желудочно-кишечного тракта, аллергию, сахарный диабет, ожирение и др. [3]. Все отмеченное позволяет сделать вывод об актуальности использования кукурузной муки в производстве мучных кондитерских изделий, в том числе сдобного печенья, для частичной замены пшеничной муки.

Целью работы являлась разработка технологии изготовления сдобного печенья с использованием кукурузной муки, установление оптимальных дозировок кукурузной муки, а также анализ качества полученного печенья.

В составе сдобного печенья содержатся до 40 % жиров, которые представлены в основном маргарином, пальмовым маслом и другими жирами твердой консистенции. Жиры играют важную роль в формировании структурно-механических свойств кондитерского теста и текстуры печенья, оказывают влияние на вкус, аромат и пищевую ценность готовых изделий. В процессе выпечки жиры оказывают влияние на уровень подъема тестовых

заготовок, способствуют формированию пористой и хрупкой текстуры, характерной для сдобного печенья. Однако такие жиры, как маргарин и пальмовое масло, содержат большое количество насыщенных жирных кислот (НЖК) и трансизомеров жирных кислот (ТЖК). В настоящее время считается доказанным, что употребление в пищу излишнего количества НЖК увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний. Потребление ТЖК повышает уровень холестерина в крови, снижает иммунитет, оказывает канцерогенное действие на организм человека. Жидкие растительные масла отечественного производства имеют большую доступность, меньшую стоимость, содержат малые количества НЖК и почти не содержат ТЖК. Благодаря высокому содержанию эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), токоферолов, фосфолипидов и каротиноидов растительные масла имеют высокую пищевую ценность [4].

Объектами исследования в работе являлись образцы песочного теста и сдобного печенья, изготовленные с использованием кукурузной муки и жидкого растительного масла.

При выполнении исследований образцы печенья готовили из следующего сырья:

- мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта ГОСТ Р 52189-2003;
- мука кукурузная ГОСТ 14176-69;
- сахар белый ГОСТ 33222-2015;
- маргарин ГОСТ 32188-2013;
- масло подсолнечное рафинированное дезодорированное ГОСТ 1129-2013;
- молоко цельное сгущенное с сахаром ГОСТ 1688-2012;
- молоко сухое обезжиренное ГОСТ Р 54074-2010;
- меланж и яичный порошок ГОСТ Р 55285-2012;
- сода пищевая ГОСТ 2156-76;
- соль углеаммонийная ГОСТ 9325-79;
- мед ГОСТ 54644-2011;
- ванилин ГОСТ 16599-71;
- пищевые волокна ГОСТ 33333-2015 Добавки пищевые. Камедь ксантановая Е415.

Качество песочного теста оценивалось по его консистенции и влажности. Качество сдобного печенья оценивалось органолептическими показателями, содержанием влаги, намокаемостью и плотностью. Намокаемость печенья определялась по ГОСТ 10114-80. Плотность изделий определялась по ГОСТ 15810-2014 и рассчитывалась как отношение массы изделий к объему. Изменения в процессе хранения печенья отслеживались по степени миграции жидкого растительного масла в фильтровальную бумагу в условиях нерегулируемых температур (от 18 до 28ºС). Вначале отмечалась площадь свежеприготовленных образцов печенья на бумаге, а в последующем фиксировалась площадь образовавшихся жировых пятен через определенные периоды хранения.

На начальном этапе работы изучались разные способы приготовления теста для сдобного печенья с использованием кукурузной муки и жидкого растительного масла.

Первый способ соответствовал патенту РФ 2459415 [5]. Способ предусматривал получение жиро-мучной смеси путем перемешивания мучной смеси из пшеничной и кукурузной муки с жидким растительным маслом, приготовление рецептурной смеси из сахарной пудры, меланжа, молока сгущенного с сахаром, меда, химических разрыхлителей, ванилина, воды и замес теста из жиро-мучной и рецептурной смесей. Поскольку частицы кукурузной муки имеют большую твердость, не достаточно набухают в холодной воде, вследствие чего печенье имело плохую разжевываемость, на следующем этапе исследований использовался способ, предусматривающий заваривание кукурузной муки горячей водой.

Второй способ предусматривал приготовление смеси пшеничной и кукурузной муки, сахарной пудры, молока сухого обезжиренного, яичного порошка, крахмала, камеди, жидкого растительного масла и заваривание полученной смеси водой с температурой 90–100 °С. В заваренную и охлажденную до температуры не более 40 °С жиро-сахаро-мучную смесь вносились химические разрыхлители, ванилин, после чего замешивалось

тесто. При заваривании пшеничной муки водой 90–100 °С происходила денатурация белков, вследствие чего тесто имело высокую вязкость, плохо формовалось, готовые изделия имели не характерную форму и поверхность.

Третий способ, использованный для приготовления печенья с кукурузной мукой, предусматривал заваривание только кукурузной муки. Способ осуществлялся следующим образом: жировая фаза готовилась перемешиванием жидкого растительного масла и камеди; рецептурная смесь компонентов готовилась путем смешивания кукурузной муки, сахарной пудры, яичного порошка, молока сухого обезжиренного, крахмала; затем смесь заваривалась водой с температурой 90–100 °С; в заваренную смесь, охлажденную до температуры не более 40 °С вносилась пшеничная мука и жировая фаза; производился замес теста; тестовые заготовки формовались методом раскатки в пласт с последующим высеканием тестовых заготовок металлическими формами; выпекались и охлаждались [1].

Проведенные исследования позволили выбрать оптимальный способ приготовления теста с использованием кукурузной муки и установить необходимую влажность. Третий способ, предусматривающий заваривание только кукурузной муки, позволяет получать тесто с необходимыми свойствами и печенье хорошего качества.

На следующем этапе исследования изучали влияние дозировок кукурузной муки на свойства теста и показатели качества готовых изделий при частичной замене ею пшеничной муки в рецептуре печенья. Влияние дозировок кукурузной муки на органолептические показатели сдобного печенья представлено на рис. 1.

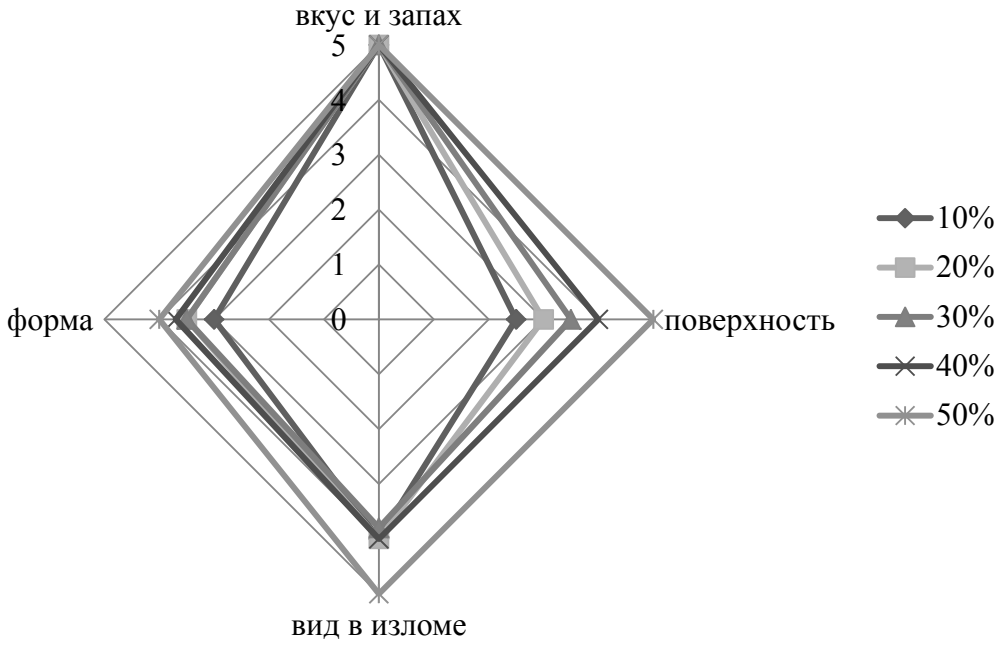


Рисунок 1 – Влияние дозировок кукурузной муки (% от массы пшеничной муки) на органолептические показатели сдобного печенья

Из рис. 1 видно, что при внесении 10, 20 и 30 % кукурузной муки от массы пшеничной, печень плохо удерживало приданную форму, имело неровную шероховатую поверхность. При внесении 50 % кукурузной муки поверхность печенья была ровная, печенье пропеченное, форма правильная. У всех образцов наблюдался приятный запах и вкус, характерный для кукурузной муки, хорошая разжевываемость.

Влияние дозировок кукурузной муки на свойства теста и физико-химические показатели качества печенья представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Влияние дозировок кукурузной муки на свойства теста и физико-химические показатели сдобного печенья

Наименование показателя	Требования ГОСТ 24901-2014	Печенье с кукурузной мукой, % к массе пшеничной муки				
		10	20	30	40	50
Свойства теста:						
Консистенция	–	Мягкое, прилипает к рабочим поверхностям, плохо держит форму		Вязкое, пластичное, однородное	Пластичное, держит форму, без боковых наплывов	
Влажность, %	–	28,4	28,5	27,6	26,2	26,7
Показатели качества печенья:						
Массовая доля влаги, %	не более 16,0	14,2	13,4	13,2	14,7	11,6
Намокаемость, %,	не менее 150	200	170	201	162	192
Плотность, г/см^3	–	0,72	0,55	0,42	0,57	0,64

Проведенные исследования позволили предложить оптимальный способ приготовления теста, предусматривающий заваривание кукурузной муки, охлаждение и последующее смешивание с пшеничной мукой. Установлена оптимальная дозировка кукурузной муки, которая составила 50 % от массы пшеничной муки. Анализ качества полученного печенья показал, что сдобное печенье, приготовленное с использованием кукурузной муки и жидкого растительного масла, обладает хорошими органолептическими характеристиками и физико-химическими показателями, соответствующими требованиям ГОСТ 24901-2014.

Список литературы

1. Рензяева, Т. В. Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья / Т. В. Рензяева, А. С. Тубольцева, С. И. Артюшина // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 4. – С. 88–93.

2. Артемова, Е. Н Обоснование возможности использования кукурузной муки в технологии заварного полуфабриката / Е. Н. Артемова, С. Г. Ушакова // Научные основы пищевых технологий. – 2010. – № 1. – С. 9–12.

3. Новоселов, С. И. Использование кукурузы в пищевой промышленности / С. И. Новоселов // Пищевая промышленность. – 2003. – № 1. – С. 103–105.

4. Кондратьев, Н. Б. Обоснование требований к жировым продуктам для кондитерских изделий / Н.Б. Кондратьев // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2015. - №8. – С. 10-12.

5. Пат. 2459415 Российская Федерация. МПК A21D 13/08. Способ приготовления печенья / Рензяева Т. В., Мерман А. Д. ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2011107819/13; заявл. 28.02.11 ; опубл. 27.08.12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.freepatent.ru/patents/2459415.

УДК 663:613.2

СУХОЕ ОХМЕЛЕНИЕ В ПИВОВАРЕНИИ

Д. А. Васильев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В последние годы в Америке и Европе, а в настоящее время и в России, все большую популярность набирает крафтовое пивоварение. Открывается множество мини-пивоварен, и мелким производителям необходимо бороться на рынке с промышленными гигантами. Для привлечения внимания потребителей они применяют нестандартные компоненты и технологические приемы при производстве, что позволяет им получать продукт с разнообразными вкусовыми и ароматическими свойствами. То есть основная цель мини-производств – приготовление неординарных, запоминающихся напитков, а для промышленных производителей – внедрение сырья и методов, нацеленных на снижение производственных затрат без существенного снижения качества. Различные сорта хмеля и способы его использования дают возможность не только получать множество сортов пива с индивидуальными вкусо-ароматическими свойствами, но и снижать затраты производителей.

Первое охмеление происходит при кипячении сусла с хмелем. Экспериментально доказано, что при равных условиях кипячения сусла применение брикетированного хмеля экономнее на 5–5,5 %, чем использование шишкового [1]. Также, заменяя полностью или частично шишковой хмель на хмелевые препараты, можно добиться значительного снижения содержания нежелательных дубильных веществ в готовом продукте [2].

Так, рядом ученых проведены исследования о целесообразности применения роторно-пульсационной машины при приготовлении хмелевого экстракта для повышения выхода горьких веществ. Эксперимент состоял из двух частей. В первой части готовили экстракт на основе воды и гранулированного хмеля, с содержанием α-кислот 13 %. Во второй части за основу брали сусло типа «Жигулевское». Результаты показали целесообразность применения данного метода на практике, так как выход изогумулона составил на 19 % больше, чем в сусле, приготовленном по классическому способу. При этом возможно снижение нормы задачи хмеля и продолжительности кипячения [3, 4].

Для того чтобы добиться тонкого фруктово-цветочного аромата в напитке, предложен способ охмеления сусла цельными шишками на поздних стадиях кипячения при помощи хмелеотделителя BrauKon. Аппарат особой конструкции имеет ряд достоинств: снижаются затраты хмеля (экономия до 30 %); есть возможность регулировать ароматический профиль [5]. Для получения традиционного пива с новым мягким хмелевым ароматом предложена технология Late Hopping, которая дает новые возможности пивоварам индивидуализировать ароматические акценты традиционного пива [6].

Такому приему, как холодное охмеление, до сих пор уделялось мало внимания с позиции исследования, в отличие от других тем в пивоварении. Но все же нарастающая популярность этого метода вызывает интерес у специалистов отрасли. Были рассмотрены аналитические и органолептические аспекты стабильности пива при внесении хмелепродуктов через шпунтовое отверстие и при холодном охмелении. Зафиксировано изменение хмелевых компонентов в процессе старения продукта, в частности особое внимание необходимо уделить ароматической составляющей. После розлива пива самые значимые и благородные компоненты хмелевого аромата сохраняются ограниченное время. С научно-технологической точки зрения для более полного понимания процесса старения хмелевых компонентов в процессе выдержки пива существует необходимость проведения более детальных исследований [7, 8]. Уделялось внимание зависимости стойкости от способа охмеления, причастия дрожжей и пастеризации к срокам старения пива. Было установлено, что наличие дрожжей во взвешенном состоянии и пастеризация уменьшает совокупность вкуса и аромата при холодном охмелении. Измерение количества индикаторов старения

через 6 месяцев показало, что тенденция к увеличению этого показателя в меньшей степени выражена у образцов пастеризованного пива и пива с дрожжами [9].

Компанией ООО «П.И.Н.Т.А. Крафт» была предложена установка для сухого охмеления, она выполнена из нержавеющей стали и представляет собой цилиндро-коническую емкость со сферической крышкой. Установка оборудована устройством для задачи хмеля; пиво, циркулируя через аппарат, обогащается эфирными маслами хмеля, при этом исключается попадание частиц хмеля в емкость брожения. Дезинфекцию и промывку оборудования обеспечивает устройство безразборной мойки CIP. Такой способ интенсифицирует обогащение пива ароматическими маслами, сводит к минимуму потерю углекислого газа, увеличивает стойкость готового напитка [10]. За счет антисептических и антиоксидантных свойств компонентов хмеля. Была выявлена зависимость уменьшения содержания компонентов старения в пиве при хранении в течение 6 месяцев от содержания антиоксидантов в пиве [11]. Также снижаются затраты, по сравнению с другими способами холодного охмеления. Судя по достоинствам данного способа, можно предположить возможность применения подобного и в более крупных промышленных масштабах производства. Для этого необходимо провести более детальные исследования касаемо целесообразности данной теории.

Список литературы

1. Хоконова, М. Б. Рациональные способы дозировки хмеля в пивоваренном производстве / М. Б. Хоконова, С. Е. Тереньтьева // Пиво и напитки. – 2017. – № 2. – С. 22–24.

2. Мамхегова, З. Х. Способы задания хмеля в производстве пива / З. Х. Мамхегова,
З. О. Хупсергенова, А.Р. Кибишева // Тенденции инновационных процессов в науке: Сборник статей Международной научно-практической конференции. – М., 2015. – С. 27–29.

3. Сафонова Е. А. Интенсификация процесса охмеления пивного сусла при производстве пива / Е. А. Сафонова, В. В. Носкова // Материалы Международной научно-практической конференции «Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств», посвященной 100-летию со дня рождения М. И. Кишеневского. – Воронеж, 2016. – С. 88–91.

4. Интенсификация процесса охмеления пивного сусла с применение роторно-пульсационного аппарата / Д. М. Бородулин [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – СПб., 2017. – № 4. – С. 3–12.

5. Friedrich, B. Exquisite aromas with whole hops / Banke Friedrich // Brewing and beverage industry international. – 2016. – № 2. – С. 16–18.

6. Banke, F. Not just for craft Breweries / Banke F. // Brauidustrie. – 2016. – 101. – № 4. – С. 13–15.

7. From the brewer to the consumer / M. Schnaitter [et al.] // Brauidustrie. – 2017. – 102. – № 3. – С. 14–17.

8. Paifer, F. The aroma of hops as needed / F. Paifer, W. Mitter // Brauidustrie. – 2016. – 101. – № 11. – С. 26–29.

9. Dynamic change / Ch. Schonberger [et al.] // Brauidustrie. – 2016. – 101. – № 4. – С. 26–29.

10. Перспективы применения способа сухого охмеления в пивоварении / П. В. Рукавицын [и др.] // Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья: Сборник научных статей и докладов 2 Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2016. – С. 105–109.

11. Antioxidant activity and typical maturation compounds: their evolution and correlation during beer storage / H. Li [et al.] // The International Journal of Food Science & Technology. – 2016. – № 9. – С. 2026–2033.

УДК 664:615.322

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗИДИОМИЦЕТНЫХ ДРОЖЖЕЙ *TRICHOSPORON PULLULANS* ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

А. Р. Гатауллина, З. А. Канарская, А. В. Канарский
Казанский национальный исследовательский
технологический университет, г. Казань, Россия

Утилизация гуминовых веществ торфа базидиомицетными дрожжами является перспективным направлением для биотехнологической промышленности.

Торф – это полезное ископаемое, наделенное горючими свойствами, произошедшее вследствии природного отмирания и неполноценного разрушения болотных растений перед влиянием биохимических действий в обстоятельствах высокой влаги и дефицита воздуха [1]. Залегает в плоскости территории либо на глубине первых 10 метров под покровом минеральных отложений. С агропочвенных образований удобрение различается согласно содержанию в нём базисных сочетаний (не менее 50 % по отношению к сухой массе), от бурого угля — повышенным содержанием влаги и форменных растительных остатков, а в химическом отношении — наличием сахаров, гемицеллюлоз и целлюлозы. Торф состоит из разложившихся остатков растений, продуктов их распада и минеральных частиц, в природном пребывании содержит 87–94 % воды.

Химическая структура и характеристика торфа непосредственно объединены с его типом, составом и степенью распада. Микроэлементарная структура (% на органическую массу): углерод 47–66, кислород 26–46, водород 4,7–6,0 азот 0,6–3,7, сера до 1,1. В многокомпонентном составе торфа содержание битумов 1,2–17, растворимых и легкогидролизуемых элементов 10–55, целлюлозы 2–15, гуминовых кислот 10–45, лигнина 3–15.

Сульфитный щелок имеет все шансы употреблять в биотехнологии в свойстве калорийных сфер. Принимая во внимание, что они являются агрессивными, их следует подготовить, применяя разные научно-технические способы. Метод подготовки сульфитного щелока с целью его биохимической обработки дает возможность увеличить биологическую доброкачественность подготовленного к биохимической переработке щелока за счет снижения сернистых соединений в нем и обогащения биогенными элементами, что же приводит к повышению выхода дрожжей и содержания в них белка [2].

Целью данной работы являлось проведение анализа научно-технической литературы, с целью изучения вопроса использование базидиомицетных дрожжей *Trichosporon pullulans* для утилизации вторичных ресурсов переработки растительного сырья.

Известен метод подготовки сульфитных щелоков, который предусматривает уменьшение соединений SO_2, и состоящий в прямоточной обработке острым паром щелока, выходящего из котла, при температуре 130–140 ^oC и давлении 0,1–0,6 МПа с дальнейшим внезапным понижением скорости поступления щелока и давления до атмосферного, при этом в сульфитном щелоке получается уменьшить в главном содержимое свободного SO_2 и только на 1/3 альдегидно-связанного SO_2. Гуминовые вещества – бесформенные темновато-коричневые высокомолекулярные естественные базисные образования, характеризующиеся непостоянностью химического состава и представляющие составляющий частью органического элемента земли, грунтовых осадков, торфа. Гуминовые вещества представлены сильными катализаторами роста и формирования растений и свободно применяются в общенародном хозяйстве равно как элементы органоминеральных удобрений [3].

Разнообразие природных гуминовых кислот велико, и акцентирование их из-за крайне простой изменяемости затруднено, а выявление и распознавание базируются только лишь в способах отделения. Одним-единственным настоящим показателем, применяемым в фактической работы, является умение гуминовых кислот растворяться в щелочах и

образовывать осадки при подкислении среды. Однако на сегодняшний день имеется большое разнообразие способов отделения гуминовых кислот, более известные – способы извлечения растворами щелочей и щелочных солей, менее известные – способы извлечения органическими растворителями.

Последняя категория способов базируется в использовании базисных растворителей - бромистого ацетила, гидрофитного диоксана, фурфурола, аминов и аминоспиртов жирного ряда. Они недостаточно исследованы и базируются только на допущении, что все органическое вещество твердого торфа, за исключением гуминовых кислот, растворяется в бромистом ацетиле. Наоборот, в водном диоксане, фурфуроле и других растворителях растворимы только гуминовых кислот, в то время как другие составные части торфа остаются не растворившимися.

Предполагается, что извлеченные данными способами гуминовые кислоты представлены наиболее чистыми и менее модифицированными, нежели при выделении щелочными растворами. Тем не менее анализ взаимоотношения гуминовых кислот к упомянутым растворителям выявило, что они только отчасти растворяются в диоксане, ацетоне. В данных ведь растворителях раскрывается часть другой органической массы торфа. Следовательно, использование органических растворителей никак не имеет возможность рекомендовать себя для извлечения гуминовых кислот из торфов.

Известны методы извлечения гуминовых веществ с различных типов гумифицированного вещества. Ключевыми реагентами с целью извлечения гуминовых веществ, как правило, представлены щелочные растворы - водные растворы гидрооксидов калия и натрия.

Известен метод отделения гуминовых элементов, при котором удобрение обрабатывают веществом едкого натра при нормальных условиях в процессе 6–8 часов. Определено, что при концентрации щелочи NaOH в границах с 0,04 вплоть до 0,2М совершается растворение гумуса и гарантируется наибольший и устойчивый вывод гуминовых кислот в состав. Более подходящей концентрацией растворов щелочей с целью отделения из природного материала гуминовых элементов является концентрация 0,1М. Данная концентрация по минимуму нужна с целью замещения водорода абсолютно всех многофункциональных групп на ионы щелочного металла в ходе взаимодействия солеобразования. Помимо этого, при данной концентрации щелочи возникают водорастворимые соли гуминовых кислот. Последующее увеличение концентрации щелочи за границы 0,2–0,4 М имеет возможность послужить причиной к химической деструкции гумусовых элементов. Способ извлечения гуминовых элементов с влажностью вплоть до 70 % содержит стадию очистки и дробление начального материала – торфа, обработку щелочным экстрагентом при взаимодействии и отличается тем, что полученную торфоводяную массу подвергают активации, за счет не менее чем одного измельчения, при котором происходит активация физико-химического разложения торфа. В данном приобретенном в последствии дробления гуминовом продукте содержимое гуматов в % (в пересчете на сухое вещество) является никак не меньше 50 % [4]. Итог добивается тем, что в дополнение внедренной процедуры дробления торфоводяной массы позволяет ускорить и сбалансировать процедуру выхода гуминовых веществ за счет активизации физико-химических взаимодействий. Метод извлечения гуминовых веществ из торфа, заключается в том, что проводят очистку, измельчение начального материала, обрабатывание щелочным экстрагентом при размешивании, выделяющийся для того, чтобы приобретенная торфоводяная масса подверглась активации. Для этого проводят не менее чем одно измельчение упомянутой массы, при этом впоследствии дробления гуминовом продукте содержание гуминовых веществ в пересчете на сухое вещество составляет не меньше 50 %.

В минувшие года наблюдается усиленное увеличение количества анализов в сфере химии гуминовых кислот. Данное поясняется их выдающейся значимостью в многочисленных геохимических, биологических и биохимических процессах. Они представлены высокореакционно-способными и активными ионообменными веществами,

что формируют крепкие взаимосвязи с многочисленными ионами и молекулами элементов, компонентами, пребывающие в растворе, а также включенных в кристаллическую структуру минералов [5]. Данные элементы входят в взаимодействия с катионами металлов с образованием различного рода соединений.

Макромолекулы гуминовых кислот предполагают сопряженные высокоупорядочные сгущенные ядра и беспорядочную удаленную часть, содержащую полисахаридно-полипептидные части. При ядре и побочных зонах макромолекул гуминовых кислот пребывают способные к диссоциации кислотные и основные группы, сообщающие данным соединениям характеристики полиэлектролитов. Структура многофункциональных групп и структура молекулярных частей гуминовых кислот находятся в зависимости с их методом отделения. С целью свершения всесторонности извлечения гуминовых кислот необходимы размельчение и дезориентация текстуры выделения. Механическая переработка вещества с химическими реагентами дает возможность приобретать композиты с сформированной поверхностью разделения фаз. Тем не менее механохимическое влияние состоит не только лишь в повышении эффективной плоскости частей, сокращении дифузных затруднений, но и в химическом преобразовании целевых элементов в фигуры, более растворимые в воде.

Ранее имелись предварительные сведения, свидетельствующие о том, что интенсивная механическая активация торфа сопровождается изменением выхода, состава и характеристик его компонентов. Однако, невзирая на высокое развитие в сфере механохимической обработки природного органического вещества, из-за сложности состава гуминовых кислот необходимы наиболее подробные изучения с привлечением комплекса физико-химических методов. В настоящее время базидиомицетные дрожжи *Trichosporon pullulans* начинают широко применять для утилизации вторичных ресурсов переработки растительного сырья. Дрожжи *Trichosporon pullulans* относятся к базидиомицетовым дрожжам, которые образуют экзогенные половые споры. Эти дрожжи относят канаморфному роду базидиомицетового аффинитета. Характеристики жизненного цикла играют существенную роль в систематике базидиомицетовых дрожжей. Несмотря на большой прогресс в области применения базидиомицетных дрожжей *Trichosporon pullulans*, из-за сложности состава вторичных ресурсов переработки растительного сырья требуются более детальные исследования с привлечением комплекса физико-химических методов.

Таким образом, проведенный анализ научно-технической литературы показал, что использование базидиомицетных дрожжей *Trichosporon pullulans* для утилизации вторичных ресурсов переработки растительного сырья является перспективным направлением в биотехнологии.

Список литературы

1. Гаврилов, С. В. Экстракция гуминовых кислот из торфа в электрохимической ячейке с электромагнитным перемешиванием / С. В. Гаврилов // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, вып. 2. – С.144–146.

2. Гаврилов, С. В. Адсорбционные свойства торфа и продуктов его переработки / С. В. Гаврилов, З. А. Канарская // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, вып. 2. – С. 422–427.

3. Применение электролизеров и электродиализаторов в пищевой промышленности / Д. Д. Темершин // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, вып. 3. – С. 110–115.

4. Ферментативная активность мицелиального гриба *Trichoderma reesei M18* при культивировании на питательной среде из целлолигнина торфа / С. В. Гаврилов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – Вып. 6. – С. 12–15.

UDC 574:54-126

PROSPECTS OF PLASTIC PROCESSING DEVELOPMENT

A. I. Gosteva, A. V. Lapshina
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

The degree of self-consciousness of society can be determined indirectly from the experience of its handling of waste. The development of civilization can be traced not only in the level of technologies that facilitate life, but also in the consequences that it exerts on the surrounding world. In the era of ubiquitous use of polymer materials, the ability to correctly dispose and recycle plastic waste is an important indicator of the general state of human culture [1]. The diagram of the structure of utilization of plastic waste in the Russian Federation is presented in Figure 1 [2].

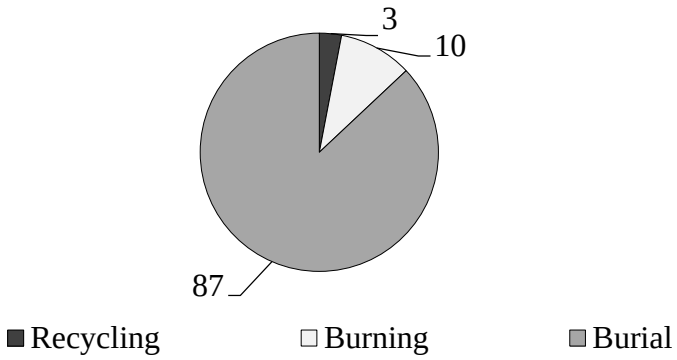


Figure 1 – Diagram of the structure of utilization of plastic waste in the Russian Federation, %

The main reasons why the processing of plastic for its re-use is gaining popularity is the following: the long time of decomposition of synthetic polymers under natural conditions (100–500 years); complex, heterogenous composition of polymer waste and enadequate study of its impact on the environment for taking into consideration its prolonged placement in nature. The traditional technology for the recycling of plastic is their accumulation at landfills. But, given the length of the material disintegration period and the limited capacity of the landfills, the current issue is the introduction and dissemination of plastic recycling technologies for its reuse [3].

Nowadays there exist such modern methods of plastic processing:

1. Mechanical method (recycling). The essence of the method consists in the mechanical crushing of plastic waste with the purpose of their repeated thermal formation. The main complexity of this method is the need for preliminary sorting, separation and cleaning of plastic waste.

2. Chemical methods. The method of hydrolysis, which consists in the splitting of waste polymeric materials by aqueous-acid solutions under the influence of high temperature. The hydrolysis method is considered to be quite energy intensive due to the significant water consumption and long duration of the production process [4]. Methanolysis implies the splitting of plastic waste with methanol. But this method refers to processes of increased explosive and chemical hazards.

3. Physicochemical method. Pyrolysis is the method of thermal destruction of plastic waste in the absence of air access. Thermal destruction corresponds to all modern sanitary and ecological standards. But this consumes a lot of electricity [5]. Also for such complex structures a large area is needed.

4. Also in recent times a new method has become known: the microbiological method. Bioremediation is an important approach to waste reduction, which relies on biological processes to destroy various contaminants. This was made possible by the extensive metabolic diversity of the microbial world. In favorable corresponding environmental conditions, all natural organic

compounds will be destroyed. In the long run this is called the "Principle of infallibility of organisms". However, if the early compounds were sufficiently similar to natural compounds, they were subject to degradation, but modern ones are no longer recognized by microphobic enzymes.

Aspergillus tubingensis.

In the June issue of the international scientific journal "Environmental Pollution" an article was published [6]. Its authors shared their latest research in the field of mold fungi, which can promote the decomposition of plastic in garbage heaps.

Their research entitled "Biological degradation of polyurethane with the help of "*Aspergillus tubingensis*"was carried out by researchers from the World Agroforestry Center and the Kunming Botanical Institute, which is part of the Chinese Academy of Sciences. Scientists were looking for already existing methods in nature, which can help humanity to solve the problem of environmental pollution with plastic. The authors took several samples from a garbage heaps in Islamabad (Pakistan), where they found *Aspergillus tubingensis*.

Aspergillus tubingensis fungi are considered common in the soil (you know this is a common cause of damage to fruit and wheat), and in laboratory special conditions, scientists have also discovered that these organisms grow even on plastic surfaces. They have figured out that this kind of mold releases enzymes on the plastic surface, which destroy the chemical bonds between plastic polymers. In addition, scientists applied microscopy and spectroscopy. This made it possible to find out that the physical strength of the mycelium of these fungi also promotes bioremediation of polymers. The result of the study was that *Aspergillus tubingensis* allows to accelerate the process of decomposition of plastic already up to weeks.

The researchers presented a general outline of the use of *Aspergillus tubingensis* to aid in the fight against environmental purification (Figure 2): taking soil samples; isolation of the fungus and subsequent study of its enzymes; modeling of the medium in a cultivating cup and a plant pot, adding a polyurethane film; analysis of the results and inferring the beneficial properties of *Aspergillus tubingensis*.

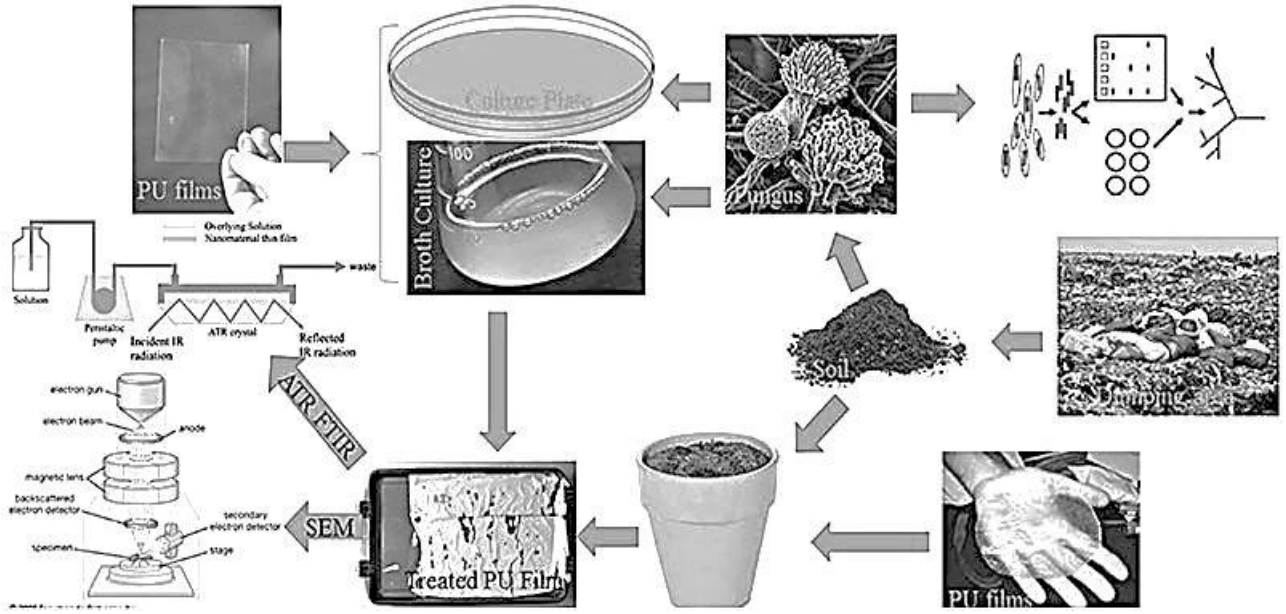


Figure 2 – Scheme of the use of *Aspergillus tubingensis* for assistance in combating environmental purification

On the basis of this, scientists studying the behavior of *Aspergillus tubingensis* on a plastic surface, are to determine the optimal conditions for the growth and development of mold fungi and bioremediation of plastics. Among the known factors that influence these processes are the hydrogen index (pH), temperature, nutrient medium. And here would be a possible big step is large-scale use of mold in various treatment plants or even in soils that already contain plastic waste.

Pestalotiopsis microspora

Students of Yale University (USA), led by Professor of Stolecular Biochemistry Scott Strobel, discovered a mushroom in the Amazonian forests, which is also capable of decomposing polyurethane plastics [7]. In this case, the subject of scientific research was a variety of endophyte organisms - bacteria and fungi, living inside the plants on a symbiotic basis, without causing any negative consequences for the functioning and development of the host a land. The samples found were examined for useful biological activity, which could be used, for example, in medicine.

But the researchers determined that the found endophytic mushrooms are capable of decomposing plastic. Initial experiments showed that several mushrooms were able to involve polyurethanes in some chemical reactions: it was possible to destroy plastics both in a solid state and in a state of a liquid suspension. In this case, the fungi of the genus *Pestalotiopsis* showed the greatest activity in the bioremediation of chemical bonds in synthetic polymers. Scientists have defined that this enzyme is a serine hydrolase. That's with his help that mushrooms can process polyurethane. Thus, fungi that decompose polyurethane make plants less susceptible to insufficient moisture and attacks of harmful insects.

A big plus in the introduction of a promising method for the processing of *Pestalotiopsis microspora* plastic is the possibility of the existence of an endophyte fungus in an oxygen-free environment and even in an environment that is completely composed of polyurethane.

Science progress is always on the move Now, while some scientists are studying the biochemistry of this fungus, others are enthusiastically searching for new living species that can prove to be equally useful and ecologically promising.

Thanks to the latest discoveries of scientists, we can compare different methods of processing materials from plastic. Previously known methods certainly occupy an important place in science, but can they be compared with those found microbiological methods using *Pestalotiopsis microspora* and *Aspergillus tubingensis*, where the latter is only inferior in the case of the compulsory presence of oxygen in the medium. The problem of utilization of industrial and construction waste can be safely resolved by ways, studied by biotechnology, in particular, discovered by microbiological methods. Artificial cultivation of microorganisms that decomposes polyurethane in industrial landfills and rubbish heaps can help the environment. It will be possible to ensure the safe disposal of this difficult-to-disintegrate and hard-to-process material. We will be able to defeat plastic, which by its chemical nature has an increased resistance to aggressive environments.

Bibliography

1. Variant of solution of the problem of processing of polymeric wastes / V. I. Kosintsev [et al.] // Advances in modern natural science. – 2007. – № 8. – P. 64–65.

2. Problems of Polymer Waste Utilization in Russia / I. V. Shugaley [et al.] // Ecological Chemistry. – 2011. – Vol. 20, № 4. – P. 218–230.

3. Rustamov, M. I. Rational utilization of polymer waste / M. I. Rustamov, H. I. Abadzadeh, G. S. Mukhtarova // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2012. – № 3. – P. 53–56.

4. Utilization of various polymer wastes by their joint hydrocracking with fuel oil // M. I.O. Rustamov [et al.] // Industrial production and use of elastomers. – 2012. – № 1. – P. 43–46.

5. Sheverdyaev, O. N Secondary processing of plastics / O. N. Sheverdyaev, N. V. Yavkina // Energy saving and water treatment. – 2017. – № 1 (105). – P. 41–45.

6. Khan, S. Biodegradation of polyester polyurethane by *Aspergillus tubingensis* / S. Khan, S. Nadird, Z. U. Shah // Environmental Pollution. – 2017. – Vol. 225. – P. 469–480.

7. Biodegradation of Polyester Polyurethane by Endophytic Fungi / J. R. Russell [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 2011. – Vol. 77, № 17. – P. 6076–6084.

УДК 637.14:66.022.32/39

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ЦЕЛЬЮ ОБОГАЩЕНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Н. Ю. Гутов, А. В. Юрташкина
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В связи с нехваткой пищевого белка в питании человека все чаще ассортимент молочной продукции пополняется молочными продуктами с добавлением молочно-белковых концентратов.

Поэтому такая тенденция, скорее всего, сохранится. Белки не обладают свойством накопления в организме человека и не синтезируются из других пищевых веществ. Они являются незаменимым компонентом питания людей. При существенном недостатке белков в организме человека появляются значительные изменения состава крови, нарушается работа желез внутренней секреции, ослабляется умственная деятельность, замедляется рост и развитие детей, снижается иммунитет. В качестве источника энергии белкам отводится второстепенная роль, потому что они могут быть заменены жирами и углеводами. Белки подразделяются на полноценные (содержащие все восемь незаменимых аминокислот) и неполноценные. Полноценным белком богаты мясо, рыба, птица, яйца и молочные продукты. Источником неполноценных белков служит растительная пища. При организации рационального питания необходимо учитывать, что более 90 % аминокислот из белков животных продуктов всасывается в кишечнике, а из растительных – 60–80 %. Наиболее быстрому перевариванию подвергаются белки молочных продуктов и рыбы, далее – мяса (говядина переваривается быстрее, чем свинина и баранина), затем хлеба и круп, причем белки пшеничного хлеба из муки высших сортов и манной крупы перевариваются быстрее. Данный факт имеет существенное значение для лечебных диет, а не для питания здорового человека. Рациональное питание сочетает в себе животные и растительные продукты, которые улучшают сбалансированность аминокислот. Избыточное количество белка в питании человека чревато перегрузкой печени и почек продуктами его распада, также перенапрягается секреторная функция пищеварительного аппарата, усиливаются гнилостные процессы в кишечнике, накапливаются продукты азотистого обмена со сдвигом кислотно-основного состояния организма в кислую сторону. Поэтому при подагре, недостаточности печени и почек и некоторых других заболеваниях потребление белка ограничивается или временно исключается [1].

К белкам или протеинам (греч. *protos* – первый) относятся высокомолекулярные полимерные соединения, построенные из аминокислот, в которых содержится около 53 % углерода, 7 % водорода, 22 % кислорода, 15–17 % азота, а также 0,3–3 % серы. В некоторых разновидностях белков находятся фосфор, железо и другие элементы [2]. Белки делятся, в зависимости от строения и свойств, на две группы – простые и сложные. Простые белки (альбумины, глобулины) содержат в себе только аминокислоты, а сложные белки включают в себя помимо белковой части соединения небелковой природы. К примеру, липопротеины включают в себя помимо белка липиды; гликопротеины, липиды – углеводы; фосфопротеины включают фосфорную кислоту и т. д.[3].

Данное исследование проводилось с целью проведения анализа состава двух образцов молочно-белковых концентратов (МБК) – Promilk 802 FB и Ingredia Prodiet S25 с дальнейшим их применением в обогащении молочных продуктов. Также была проведена идентификация фракций белков методом электрофоретического разделения с применением величин молекулярного веса. Рассчитаны абсолютные значения белков в образцах МБК [4].

Объектом исследования явились МБК, изученные в лаборатории научно-образовательного центра КемТИПП (университета). Фракционирование белков

осуществлено при помощи ячейки для электрофореза MINI-PROTEAN 2-х наименований МБК: Promilk 802 FB и Ingredia Prodiet S25.

Метод свободного электрофореза, применяющийся для фракционирования белков, заключается в разнице в скорости движения или подвижности белков в электрическом поле, определяющейся величиной заряда белка при определенных значениях pH и ионной силы раствора. В настоящее время наиболее широко используются методы зонального электрофореза белков на различных носителях, например на твердых поддерживающих средах (полиакриламид, целлюлоза и гели крахмала). Преимущества методов зонального электрофореза по сравнению с методом свободного электрофореза заключаются в исключении размывания границы «белок – растворитель» в результате диффузии и конвекции; отсутствует необходимость налаживания сложной аппаратуры для определения расположения границы. Также для анализа требуется небольшое количество белка [5].

Анализ полученных электрофореграмм с величинами молекулярного веса, определенными в исследованных образцах молочно-белковых концентратов в результате электрофоретического разделения фракций белков, позволил идентифицировать фракции казеина и сывороточных белков.

Результаты, полученные в ходе исследования и отражающие величину молекулярного веса фракций белка, представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Молекулярный вес фракций белка молочно-белковых концентратов Promilk 802 FB и Ingredia Prodiet S25

Номер полосы	Promilk 802 FB						Ingredia Prodiet S25	
	1	2	3	4	5	6	1	2
Молекулярный вес, кДа	1175	183,1	108,738	63,012	27,765	23,622	27,725	23,584

Идентификация фракций белков осуществляется согласно величине молекулярного веса.

С использованием данных табл. 1 белки молочно-белкового концентрата Promilk 802 FB разделены на следующие фракции:

- иммуноглобулин M, соответствует молекулярной массе 1175 кДа;
- иммуноглобулин D, соответствует молекулярной массе 183,1 кДа;
- лактоферрин, соответствует молекулярной массе 108,738 кДа;
- альбумин сыворотки крови, соответствует молекулярной массе 63,012 кДа.

Идентифицированные фракции относятся к фракциям сывороточных белков [6].

На следующем этапе произведена идентификация фракций казеина:

- α_{s2}-казеин, соответствует молекулярной массе 27,765 кДа;
- α_{s1}-казеин, соответствует молекулярной массе 23,622 кДа.

Также проведена идентификация фракций белков молочно-белкового концентрата Ingredia Prodiet S25:

- α_{s2}-казеин, соответствует молекулярной массе 27,725 кДа;
- α_{s1}-казеин, соответствует молекулярной массе 23,584 кДа.

Вышеупомянутые белки принадлежат к фракциям казеина [7].

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что молочно-белковый концентрат Promilk 802 FB содержит четыре фракции сывороточных белков (иммуноглобулин M, иммуноглобулин D, лактоферрин и альбумин сыворотки крови) и две фракции казеина (α_{s2}-казеин и α_{s1}-казеин) [8].

Молочно-белковый концентрат Ingredia Prodiet S25 содержит две фракции казеина (α_{s2}-казеин, α_{s1}-казеин) Фракций сывороточных белков в данном молочно-белковом концентрате не обнаружено.

Исходные данные для расчета абсолютных значений фракций белков молочно-белкового концентрата Promilk 802 FB представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Данные для расчета абсолютных значений фракций белков МБК Promilk 802 FB

Наименование продукта	Номер полосы	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка	Общее количество сывороточных белков на 100	Общее количество казеина на 100 г	Общее количество белка
Promilk 802 FB	1	–	59,89	45,1	62,77	20,58	83,35
	2	–	3,09	2,33			
	3	–	9,05	6,82			
	4	–	27,96	21,06			
	5	61,03	–	15,07			
	6	38,97	–	9,62			

С использованием данных табл. 2 определены абсолютные значения фракций сывороточных белков и казеина [9]. Полученные данные отражены в табл. 3 и 4.

Таблица 3 – Абсолютные значения фракций сывороточных белков МБК Promilk 802 FB

Фракции сывороточных белков	Абсолютное содержание фракции на 100 г, г/100 г	% от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка
Иммуноглобулин M	37,59	59,89	45,10
Иммуноглобулин D	1,94	3,09	2,33
Лактоферрин	5,69	9,05	6,83
Альбумин сыворотки крови	17,55	27,96	21,06

По данным табл. 3 можно судить о наибольшем содержании во фракциях сывороточных белков МБК Promilk 802 FB фракции иммуноглобулина M и наименьшем содержании у иммуноглобулина D. Самый высокий процент содержания от общего содержания белка имеет фракция иммуноглобулина D (45,10 %) [10].

Таблица 4 – Абсолютные значения фракций казеина МБК Promilk 802 FB

Фракции казеина	Абсолютное содержание фракции на 100 г, г/100 г	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания белка
a_{s2}-казеин	12,56	61,03	15,07
a_{s1}-казеин	8,02	38,97	9,62

По данным табл. 4 можно констатировать факт высокого содержания во фракциях казеина фракции a_{s2}-казеина и низкого – a_{s1}-казеина в молочно-белковом концентрате Promilk 802 FB. Наибольшую величину процента от общего содержания белка имеет фракция a_{s2}-казеин – 15,07 % [11].

Исходные данные для расчета абсолютных значений фракций белков молочно-белкового концентрата Ingredia Prodiet S25 представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Данные для расчета абсолютных значений фракций белков МБК Ingredia Prodiet S25

Наименование продукта	Номер полосы	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка	Общее количество сывороточных белков на 100	Общее количество казеина на 100 г	Общее количество белка
Ingredia Prodiet S25	1	66,34	–	66,34	–	80,54	80,54
	2	33,66	–	33,66			

С применением данных табл. 5 произведен расчет абсолютных значений фракций казеина. Полученные данные представлены в табл. 6.

Таблица 6 – Абсолютные значения фракций казеина МБК Ingredia Prodiet S25

Фракции казеина	Абсолютное содержание фракции на100 г, г/100 г	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания белка
α_{s2}-казеин	53,43	66,34	66,34
α_{s1}-казеин	27,11	33,66	33,66

По табл. 6 видно, что наибольшее содержание во фракциях казеина молочно-белкового концентрата Ingredia Prodiet S25 α_{s2}-казеина, наименьшее – фракции α_{s1}-казеина. Наибольший процент содержания от общего количества белка имеет фракция α_{s2}-казеина (66,34 %)

Процентное содержание сывороточных белков и казеинов от общего количества белка в молочно-белковых концентратах Promilk 802 FB и Ingredia Prodiet S25 представим в табл. 7.

Таблица 7 – Процентное содержание сывороточных белков и казеинов МБК Promilk 802 FB и Ingredia Prodiet S25

	Promilk 802 FB	Ingredia Prodiet S25
% содержания сывороточных белков от общего содержания белка	75,31	–
% содержания белков-казеинов от общего содержания белка	24,69	100

По данным табл. 7 можно судить о том, что молочно-белковый концентрат Promilk 802 FB обладает наибольшим содержанием сывороточных белков (75,31 %), также присутствуют в небольшом количестве (24,69 %) белки-казеины, а молочно-белковый концентрат Ingredia Prodiet S25 обладает стопроцентным содержанием белков-казеинов [12].

Список литературы

1. Храмцов, А. Г. Нанобиомембранные технологии молочных продуктов нового поколения / А. Г. Храмцов // Молочная промышленность. – 2017 – № 11. – С. 40–41.

2. Мембранные технологии как основа переработки молочной сыворотки в современных экономических условиях / М. С. Золоторева [и др.] // Молочная промышленность. 2017 – № 11. – С. 42–44.

3. Миклух, И. В. Применение ультрафильтрации для предварительного концентрирования молока при производстве творога / И. В. Миклух, О. В. Дымар // Молочная промышленность. – 2017 – № 12. – С. 48–50.

4. Антиоксидантная активность продуктов модификации молочной сыворотки / Е. Б. Станиславская [и др.] // Молочная промышленность. – 2017 – № 11. – С. 50–52.

5. Молочная сыворотка – источник ценных пищевых ингредиентов и дополнительной прибыли / М. С. Золоторева [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2017 – № 5. – С. 30–31.

6. Комплексный метод осветления молочной сыворотки / С. П. Бабенышев // Молочная промышленность. – 2017 – № 7. – С. 24–26.

7. Сравнительная оценка методов восстановления молочной сыворотки / К. В. Костенко [и др.] // Молочная промышленность. – 2017 – № 11. – С. 52–53.

8. Тимкин, В. А. Баромембранная технология переработки молока / В. А. Тимкин, В. А. Лазарев // Молочная промышленность. – 2017 – № 7. – С. 21–23.

9. Bansal, N. Feasibility study of lecithin nanovesicles as spacers to improve the solubility of milk protein concentrate powder during storage / N. Bansal, T. Truong, B. Bhandari. // Dairy Science & Technology. – 2017. – Vol. 96 (6). – P. 861–872.

10. Banach, J. C. Particle size of milk protein concentrate powder affects the texture of high-protein nutrition bars during storage / J. C. Banach, S. Clark // Food Science. – 2017. – Vol. 82 (4). – P. 913–921.

11. Effect of denatured whey protein concentrate and its fractions on rennet-induced milk gels / V. Perreault [et al.] // International Dairy Journal. – 2017. – Vol. 64. – P. 48–55.

12. Meletharayil, G. H. Acid gelation of reconstituted milk protein concentrate suspensions: Influence of lactose addition / G. H. Meletharayil [et al.] // International Dairy Journal. – 2016. – Vol. 61. – P. 107–113.

УДК 546.57:58

УСКОРЕНИЕ РОСТА РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

У. С. Дементьева*, Т. А. Розалёнок**
*Губернаторский многопрофильный лицей-интернат, г. Кемерово, Россия
**Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Важнейшей проблемой в производстве качественной продукции растениеводства в России является повышение стрессоустойчивости растений [1, 2]. Селекционный процесс чрезвычайно длителен и не всегда приводит к созданию сорта с высокими адаптационными и технологическими качествами. Противостоять неблагоприятным условиям среды растениям помогают эффективные технологические приемы, в том числе использование регуляторов роста, позволяющие полнее реализовывать генетический потенциал сортов.

Получение стабильно высоких урожаев в значительной степени определяется качеством посевного материала [3]. Погружая семена в растворы регуляторов роста, можно стимулировать их прорастание, добиться однородности в морфологических и физиологических модификациях растений. Особый интерес представляют вещества, стимулирующие сопротивляемость организма через активацию молекулярных механизмов адаптационных процессов, незадействованные в нормальных условиях [4].

Кроме того, в связи с нежелательными эффектами, сопровождающими обеззараживание семян в рамках предпосевной обработки, актуальны разработки новых методов дезинфекции. В частности, введение новых обеззараживающих агентов. Обеззараживание семян является одним из важнейших этапов их предпосевной обработки. Применяемые в настоящее время методы обеззараживания: термообработка, химическое протравливание, электромагнитное облучение, лазерное облучение, использование стерилизаторов и регуляторов роста – проявляют достаточную эффективность, однако их применение в некоторых случаях может быть ограничено термолабильностью семян или высокой агрессивностью протравителя. В связи с этим представляются актуальными поиски новых методов обеззараживания семян при предпосевной обработке.

В сложившейся ситуации использование синтетических регуляторов роста, совмещающих в себе свойства комплексных препаратов, приобретает все большее значение [1–3, 5]. Особый интерес представляют препараты, которые способны одновременно стимулировать ростовые, физиологические процессы и развитие растений [5], а также увеличивать адаптационную способность к неблагоприятным факторам окружающей среды, проявляя антибактериальную, противовирусную и противогрибковую активность [3, 6].

Перспективным методом стимулирования роста растений может стать обработка семян препаратами, содержащими наночастицы серебра. Наносеребро является экологически безопасным; имеет более широкий спектр антибактериального, фунгицидного и противовирусного действия [7], а в малых концентрациях способно ингибировать рост патогенной микрофлоры растений [8].

Цель научной работы заключается в исследовании способа ускорения роста растений с помощью препаратов на основе наночастиц серебра.

Для реализации поставленной цели были сформулированы задачи исследования:

– изучить литературу по теме исследования, в т. ч. касающуюся аспектов ускорения роста растений;

– ознакомится с понятиями росторегулирующих веществ (стимуляторы, регуляторы, активаторы роста растений);

– исследовать действие препаратов на основе наночастиц серебра (кластерного серебра) на рост растений;

Объекты исследования: семена различных видов растений. Предмет исследования: препараты на основе наночастиц серебра (кластерного серебра).

В ходе настоящего эксперимента для определения всхожести и прироста биомассы проростков: семена растений помещали на влажную фильтровальную бумагу в три чашки Петри по 20 штук. В первую и вторую – с добавлением 20 мл препарата на основе наночастиц серебра (обычной и повышенной концентрацией); в третью (контроль) – без препарата, но с добавлением 20 мл воды. Семена проращивали 7 дней в термостате при температуре 24 °С. Энергию прорастания и всхожесть семян определяли на 3 и 7 сутки. Массу корней и проростков измеряли с помощью аналитических весов на 7 сутки эксперимента. Эксперименты проводили в трёхкратной биологической повторности, затем проводили статистическую обработку полученных результатов.

Отмечено, что влияние наночастиц серебра на развитие растений дозозависимо: обнаружено, что при проращивании семян с обычной концентрацией наночастиц серебра рост корней усиливался, однако при повышенной концентрации – рост проростков замедлялся по сравнению с контролем. Кроме того, на ранних стадиях онтогенеза стоит отметить ярко выраженное стимулирующее действие наночастиц серебра на нарастание массы корней и стеблей, но при этом наблюдается некоторое снижение энергии прорастания и всхожести семян.

Можно сделать вывод, что повышенная концентрация наночастиц серебра действует угнетающе на корневую систему и проростки семян растений, однако наночастицы серебра в небольших концентрациях оказывают стимулирующее действие на ростовые процессы на ранних этапах онтогенеза, стимулируя энергию прорастания и всхожесть семян, а также накопление массы корней и проростков.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, как о положительном, так и об отрицательном воздействии различных концентраций наночастиц серебра на семена растений, что находит подтверждение в научных исследованиях отечественных и зарубежных авторов [4, 5, 8, 9].

Список литературы

1. Захаренко, В. А. Биотехнологии и защита растений / В. А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2015. – № 11. – С. 3–6.

2. Шаповал, О. А. Как повысить устойчивость растений к засухе / О. А. Шаповал, В. В. Вакуленко, И. П. Можарова // Защита и карантин растений. – 2011. – № 3. – С. 61–62.

3. Куркина, Ю. Н. Повышение посевных качеств семян бобовых культур под действием регуляторов роста / Ю. Н. Куркина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2009. – Т. 11, № 9-2. – С. 10–13.

4. Взаимодействие наночастиц золота, серебра и магния с растительными объектами / Л.А. Дыкман [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 675–705.

5. Омельченко, А. В. Стимулирующее действие наночастиц серебра на рост и развитие растений пшеницы / А. В. Омельченко, И. Н. Юркова, М. Н. Жижина // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: биология, химия. – 2014. – Т. 27, № 1 (66). – С. 127–135.

6. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова [и др.] // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.

7. Morones, J. R. The bactericidal effect of silver nanoparticles / J. R. Morones [et al.] // Nanotechnology. – 2005. – № 16 (10). – P. 2346–2353.

8. Lewinski, N. Cytotoxicity of nanoparticles / N. Lewinski, V. Colvin, R. Drezek // Small. – 2008. – № 4. – P. 26–49.

9. Exposure of engineered nanomaterials to plants: Insights into the physiological and biochemical responses – A review / N. Zuverza-Mena [et al.] // Plant Physiology and Biochemistry. – 2017. – 110. – P. 236–264.

УДК 577.1:542

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А. А. Жидкова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Фенольные соединения – вещества, которые заключают в своей молекуле ароматическое (бензольное) кольцо, связанное с одной или несколькими гидроксильными группами, которые в свою очередь называются фенольными группировками. Соединения, которые имеют в составе две и более гидроксильные группы, получили название полифенолы. Фенольные соединения особенно свойственны и характерны каждому растению и даже каждой растительной клетке. Преимущественно значительной и хорошо распространенной группой фенольных соединений являются флавоноиды. Рассматриваемая группа веществ встречается в высших растениях, продуктах питания из растительного сырья (например, темных сортах пива и красных винах). Флавоноиды отличаются большим спектром действия, который обусловливает их антиоксидантные свойства, антибактериальные и фунгицидные качества. Они выполняют защитные функции, предохраняя растения от различных неблагоприятных воздействий окружающей среды [1].

К флавоноидам принадлежат антоцианидины, катехины, ауроны и производные халкона. Катехины являются полифенолами, входящими в структуру конденсированных дубильных веществ, и демонстрируют, в особенности, восстановленные флавоноидные соединения. Оттенки синих и красных цветков обусловлены наличием антоцианидинов. Ауроны имеют многообразную структуру и встречаются в растениях семейства астровых [1].

В последние годы все больше внимания уделяется разработке новых методов определения фенольных соединений в напитках растительного происхождения, которые можно классифицировать на методы качественного и количественного анализа.

Индивидуальных реакций для всех групп флавоноидов не имеется. Зачастую пользуются цианидиновой реакцией, то есть восстановлением цинковой пылью в кислотной среде. Флавоноиды при восстановлении цинком или магнием при наличии концентрированной хлористоводородной кислоты формируют красную окраску. Реакция очень восприимчива, построена на восстановлении карбонильной группы и возникновении антоцианида. В настоящее время для проявления флавоноидов массово применяется хроматография на бумаге и в тонком слое сорбента [2].

Выполнение качественных реакций в растительных объектах не всегда служит объективным признаком. Так, дубильные вещества, флавоноиды или сапонины присутствуют фактически во всех высших растениях и будут оказывать положительные реакции. В отличие от измерения УФ-спектров и хроматографии, которые дают наиболее объективную оценку точности результатов. Вследствие чего необходимо оптимизировать методы качественного и количественного определения фенольных соединений.

Большая часть методов складывается в основном из двух ступеней. Вначале из растительного сырья при помощи различных растворителей, таких как метиловый и этиловый спирты отличных концентраций, ацетон, получают аналитические экстракты. В дальнейшем следует измерение оптической плотности непосредственно полученного раствора. Или же после разделения – применение методов хроматографии, спектрофотометрии, с добавлением или без комплексообразователя.

Известны методики качественного совместного определения хлорофиллов и каротиноидов в различных растительных объектах методом хроматографии на бумаге или в тонком слое с применением отличных условий хроматографирования [3].

Примером количественного анализа служит способ определения флавоноидов флуориметрическим методом, который заключается в приготовлении испытуемого раствора путем растворения рибофлавина в водном растворе уксусной кислоты. Подобным образом

готовится раствор типового образца рибофлавина. Замеряют интенсивность флуоресценции стандартного раствора при 530 нм (длина волны возбуждения около 444 нм). Позже прибавляют в раствор натрия гидросульфит и измеряют интенсивность флуоресценции. Разница между данными прибора равна интенсивности флуоресценции стандартного образца [4].

В последнее время особенно признанным и массово используемым методом количественного химанализа значится измерение суммы флавоноидов в растительном сырье спектрофотометрическим методом, построенным на применении реакции комплексообразования флавоноидов с алюминия хлоридом. Метод достаточно прост в реализации, является высокочувствительным и сравнительно недорогим. Использование такого метода позволяет определить сумму флавоноидов в присутствии других полифенольных соединений, не образующих комплекса с алюминием хлорида в среде 30–96 % спирта [5].

Существует унифицированный способ количественного определения флавоноидов, основанный на использовании реакции комплексообразования флавоноидов с алюминия хлоридом ($AlCl_3$) в присутствии ацетата натрия (CH_3COONa), с дальнейшим количественным определением данного комплекса методом дифференциальной спектрофотометрии. Метод предполагает применение в качестве контроля испытуемого раствора без реактивов, что допускает исключить влияние окрашенных и сопутствующих веществ, а также веществ, не образующих комплексов с реактивом. Хлористый алюминий служит дешевым и доступным реагентом и используется в комбинации с ионизирующей добавкой – ацетатом натрия. Синхронная эксплуатация вызывает более значительное батохромное смещение полос поглощения флавоноидов по сравнению с использованием только комплексообразующего реагента, что допускает вести определение флавоноидного комплекса в длинноволновой части спектра, свободной от поглощения гидроксикоричных кислот [6].

Таким образом, в силу многообразия собственно фенольных веществ и способов их определения в аналитической практике необходимо оптимизировать методы качественного и количественного нахождения фенолов с учетом объекта исследований.

Список литературы

1. Абдрахимова, Й. Р. Вторичные метаболиты растений: физиологические и биохимические аспекты. Ч. 3. Фенольные соединения / Й. Р. Абдрахимова, А. И. Валиева. – Казань : Казанский университет, 2012. – 40 с.

2. Флавоноиды, общая характеристика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fito.nnov.ru/special/glycozides/flavo.

3. Влияние параметров диспергирования крапивы двудомной на изменения степени измельчения, выходов и свойств экстрактивных веществ / Н. В. Юдина [и др.] // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 137–142.

4. Пат. 2475724 Российская Федерация, МПК G 01 N 21/64, B 01 D 11/02. Способ количественного определения флавоноидов в растительном сырье флуориметрическим методом / Мальцева А. А., Брежнева Т. А., Сливкин А. И., Чистякова А. С. ; патентообладатель Воронежский государственный университет. – № 20011118412/15 ; заявл. 06.05.2011 ; опубл. 20.02.2013, Бюл. № 5. – 6 с.

5. Хасанова, С. Р. Разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в растительном сборе «Кардиофит» / С. Р. Хасанова, А. П. Потанина, Н. В. Кудашкина // Башкирский химический журнал. – 2013. – № 3 (20). – С. 60–62.

6. Пат. 2266544 Российская Федерация, МПК[7] G 01 N 33/52. Унифицированный способ количественного определения флавоноидов в траве и экстракционных препаратах очанки / Петриченко В. М., Сухинина Т. В. ; патентообладатель Пермская государственная фармацевтическая академия. – № 2003137328/15 ; заявл. 24.12.2003 ; опубл. 20.12.2005, Бюл. № 35. – 13 с.

УДК 664.68

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА И РЕЦЕПТУРЫ ПЕСОЧНОГО ВЫЕМНОГО ПЕЧЕНЬЯ

А. А. Заказова*, В. В. Иванов**
*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия
**Заместитель генерального директора по техническому развитию
ОАО «ИмперияМОКС», г. Кемерово, Россия

Мучные кондитерские изделия в настоящий момент являются традиционными продуктами потребления, так как они доступны всем, быстро утоляют голод и поэтому пользуются спросом. Основная задача – это повышение пищевой ценности и безопасности мучных кондитерских изделий.

К сожалению, в большинстве традиционно используемых рецептур на мучные кондитерские изделия в их состав входят твердые жиры, такие как маргарин. Как известно, маргарин уже давно относят к опасным продуктам. По своему химическому составу он близок к сливочному маслу, но содержание холестерина меньше. Значительный побочный эффект при производстве маргарина – гидрогенизация жиров. После такой обработки нарушается природная структура продукта и образуются трансизомеры. Избыточное потребление маргарина приводит к сбою в организме человека, после чего может снижаться иммунитет, повышается холестерин в крови, развиваются сердечно-сосудистые заболевания, начинается ожирение и появляется диабет, также отмечены случаи рождения детей с врожденными пороками развития, начинаются заболевания опорно-двигательного аппарата и снижается зрение. В этом случае альтернативным решением является замена твердых жиров на жидкие растительные масла. Они не содержат трансизомеров, более просты в транспортировке, хранении и применении, а также имеют меньшую стоимость. Но не обходится и без проблем.

По традиционной технологии маргарин смешивался с подготовленной рецептурной эмульсией, а после – с мукой. Если следовать технологии при замене маргарина на жидкое растительное масло, оно сохраняло свободную поверхностную форму связи с остальными компонентами и легко выделялось из готовых изделий и даже из теста после замеса.

В процессе исследования замены маргарина на масло растительное подсолнечное рафинированное дезодорированное была изменена технология замеса теста. За контрольный образец взяли ранее исследованную рецептуру с оптимальным для внесения соотношением муки и масла 2,2:1. Также был проведен ряд экспериментов на удержание продуктом масла при разных воздействиях на него. Из этого было выявлено, что крахмал кукурузный, прошедший обработку СВЧ в течение 20 секунд, показал наилучшие результаты. Ввиду этого эксперимента, произвели замену 10 % муки крахмалом кукурузным и крахмалом кукурузным, прошедшим обработку СВЧ в течение 20 секунд.

В отдельной емкости смешиваются все рецептурные компоненты, кроме муки, крахмала и масла, далее смешиваются мука, крахмал и масло. В полученную масло-мучную смесь вносятся предварительно смешанные рецептурные компоненты и осуществляется замес теста. После замеса тесто охлаждается до температуры 20 °С. Разделка теста производилась путем раскатывания теста в пласт толщиной до 1 см и дальнейшем формовании вырезанием металлическими выемками. Выпечка производится при температуре 220 °С в течение 12 минут.

Ниже представлены традиционно используемая рецептура, рецептура песочного печенья с оптимальным соотношением количества жидкого растительного масла к муке и рецептура песочного печенья с заменой 10 % муки крахмалом кукурузным.

Рецептуры песочного печенья представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Рецептуры печенья песочного выемного

Наименование сырья	Расход сырья, г		
	Традиционная	С заменой маргарина на масло растительное в соотношении мука:масло 2,2:1	С заменой 10 % муки крахмалом кукурузным
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	260,0	260,0	234,0
Крахмал кукурузный	–	–	26,0
Сахарная пудра	103,0	103,0	103,0
Маргарин	155,0	–	–
Масло растительное подсолнечное	–	118,0	118,0
Яйца куриные	36,0	36,0	36,0
Сода	0,25	0,25	0,25
Соль	1,0	1,0	1,0
Аммоний	0,25	0,25	0,25

Для определения предельного напряжения сдвига применялся конический пластометр, рабочим органом которого является рифленый конус. Под действием конечных внешних сил, создаваемых массой грузов, при нажатии стопорной кнопки начинали внедрение конуса в тесто. Внедряясь в массу, конус разрушал ее структуру. При погружении с постоянным усилием скорость конуса падала. Изменение скорости происходило за счет увеличения поверхности контакта. С другой стороны, в тесте постоянно происходит восстановление механически разрушенной структуры. Когда конус останавливался, наступало равновесие систем – это была максимальная глубина погружения, т. е. напряжение от внешнего усилия, возникшее на погруженной поверхности конуса, уравновесилось напряжением от реакции теста. Это напряжение и есть предельное напряжение сдвига. Для определения его количественной величины использовали формулу П. А. Ребиндера.

Результаты определения предельного напряжения сдвига песочного теста на коническом пластометре представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Определение предельного напряжения сдвига теста на коническом пластометре

Образец	При 60°, Па	При 90°, Па
Контрольный	104 520	312 80,16
С крахмалом	81 373,70	57 256,75
С крахмалом СВЧ	111 852,56	41 368,01

Испытания на ударную вязкость проводили на маятниковом копре по методу Изода и Шарпи. Характерные особенности метода: измеряемая ударная прочность представляет собой энергию, необходимую для разрушения образца; в методе используются образцы с надрезом.

Результаты испытания на ударную вязкость и определение работы разрушения образцов песочного печенья представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Испытание на ударную вязкость и определение работы разрушения печенья

№ образца	Поперечное сечение образца, F, м^2	Угол взлета маятника после разрушения, θ', град	Энергия разрушения, Е, Дж	Удельная работа разрушения, А
контрольный образец				
1	$170 \cdot 10^{-6}$	106	0,11	323,53
2	$124 \cdot 10^{-6}$	57	0,10	404,86
образец с крахмалом				
1	$187 \cdot 10^{-6}$	105	0,23	614,97
2	$170 \cdot 10^{-6}$	57	0,10	294,12
образец с крахмалом СВЧ				
1	$133 \cdot 10^{-6}$	106	0,11	413,53
2	$143 \cdot 10^{-6}$	56	0,20	701,75

Намокаемость печенья определяли по ГОСТ 10114-80 «Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости».

Результаты определения намокаемости образцов представлены в табл. 4.

Таблица 4 – Результаты определения намокаемости печенья

Контрольный образец		Образец с крахмалом		Образец с крахмалом СВЧ	
1	2	1	2	1	2
137,12	139,14	143,58	145,94	131,29	129,77
138,13		144,76		130,53	

Результаты миграции масла из образцов печенья представлены в табл. 5 и на рис. 1.

Таблица 5 – Результаты миграции масла из образцов печенья

S продукт(см^2)/сут	1	2	3
Контрольный образец	22,9	43,91	39,42
С крахмалом кукурузным	23,76	78,62	63,58
С крахмалом кукурузным СВЧ	23,76	41,91	37,69

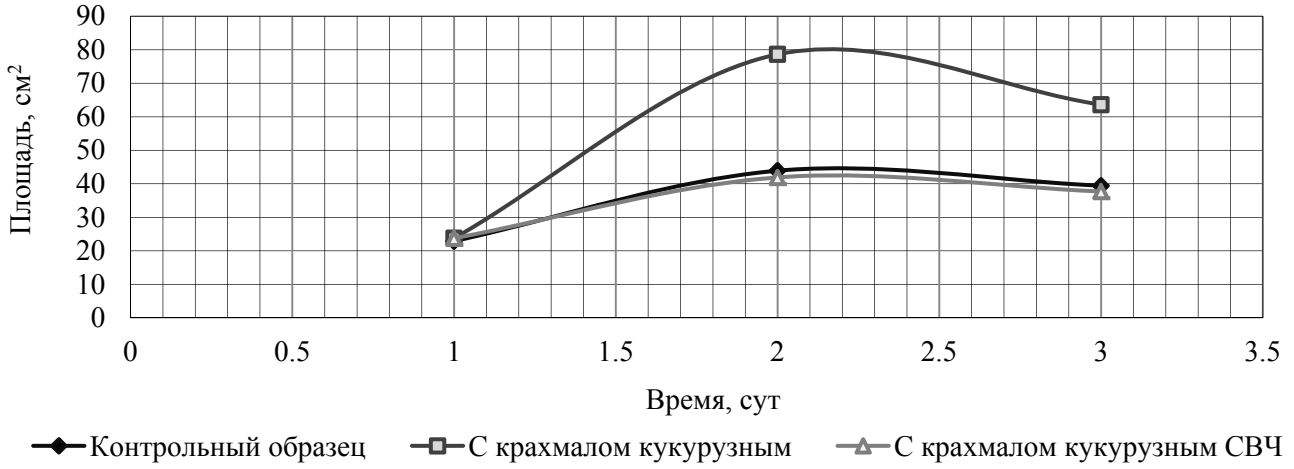


Рисунок 1 – Результаты миграции масла из образцов печенья

Результаты потери массы печенья при миграции масла из образцов представлены в табл. 6.

Таблица 6 – Результаты потери массы печенья при миграции масла

Продукт	В начале эксперимента масса, г	в конце эксперимента масса, г
Мука пшеничная в/с	15,24	14,87
Крахмал кукурузный	14,97	14,16
Крахмал кукурузный СВЧ	15,17	14,79

Для определения качества печенья была проведена балльная органолептическая оценка. В оценке приняли участие три оценщика, которым было предложено определить качество объектов по разным показателям по пятибалльной шкале: пять как соответствующий данному виду изделия показатель, ноль как несоответствующая данному виду изделия. Результаты органолептической оценки приведенные в табл. 7.

Таблица 7 – Балльная органолептическая оценка образцов

Показатели	Контрольный образец				Образец с крахмалом				Образец с крахмалом СВЧ			
	Оценка			Итого	Оценка			Итого	Оценка			Итого
Форма	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,5	4,83
Состояние поверхности	5	5	5	5	5	4	4,5	4,5	5	4	4	4,33
Аромат	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Вкус	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Разжевываемость	4	5	4,5	4,5	5	5	5	5	4	5	4,5	4,5
Цвет	4	5	5	4,67	4,5	5	5	4,83	5	5	4	4,67
Итого	–	–	–	4,86		–	–	4,89	–	–	–	4,72

Выводы

По результатам проведенных экспериментов установлено, что наилучшие органолептические показатели и показатель намокаемости имеет образец с заменой 10 % муки крахмалом кукурузным. Но так как целью исследования было достижение наименьшей миграции масла из печенья, то, несмотря на органолептическую оценку, лучший результат дал образец с заменой 10 % муки крахмалом кукурузным, прошедшим обработку СВЧ.

Список литературы

1. Кузнецова, Л. С. Технология приготовления мучных кондитерских изделий / Л. С. Кузнецова, М. Ю. Сиданова. – М. : Мастерство, 2002. – 320 с.

2. Арет, В. А. Реология и физико-механические свойства материалов пищевой промышленности / В. А. Арет, С. Д. Руднев. – СПб. : ИЦ Интермедия, 2014 – 246 с.

3. Заказова, А. А. Совершенствование процессов производства и рецептуры мучных кондитерских изделий / А. А. Заказова, В. В. Иванов // Пищевые инновации и биотехнологии : материалы V Международной научной конференции ; под общ. ред. М. П. Кирсанова. –Кемерово, 2017. – С. 155–157.

УДК 664.66

О ВЛИЯНИИ МЕХАНОАКТИВАЦИИ ВОДЫ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА

Р. В. Крюк*, В. В. Иванов**
*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия
**ООО «ИмперияМОКС», г. Кемерово, Россия

Взаимодействие воды с материалами сложного компонентного и дисперсного состава представляет собой непростую технологическую задачу. Известно [1], что при замесе теста важнейшим является максимально быстро получить однородную смесь муки и жидких компонентов. Дисперсный состав муки: средний размер частиц – $45–50 \cdot 10^{-6}$ м, средняя удельная поверхность – 250–350 $м^2/кг$ [2]. Мука содержит клейковинный комплекс от 20 до 30%, белки в котором могут содержаться от 6,9 до 12,5 %, углеводы в виде крахмальных зерен от 68 до 76,5 % [3].

Была поставлена задача улучшить процесс смачивания муки водой. Известно [4–7], что механоактивация воды изменяет ее поверхностную активность. Этот эффект был использован при замесе теста. Механоактивацию воды проводили блендером бытовым в течение 60 с. Замес осуществляли по стандартной технологии производства хлеба формового из муки высшего сорта. Энергия связи воды с материалами может определяться по экспериментальным данным, полученным при высушивании. Удаление влаги различных форм связи с материалом имеет свои особенности, которые выявляются при построении кинетических кривых процесса сушки. Далее проводили исследования процесса сушки в анализаторе влажности МХ-50 (производство – Япония, сертифицирован в Российской Федерации) по стандартной методике экспресс-анализа при температуре 160 °С. Результаты в виде зависимостей изменения влажности теста во времени представлены на рис. 1.

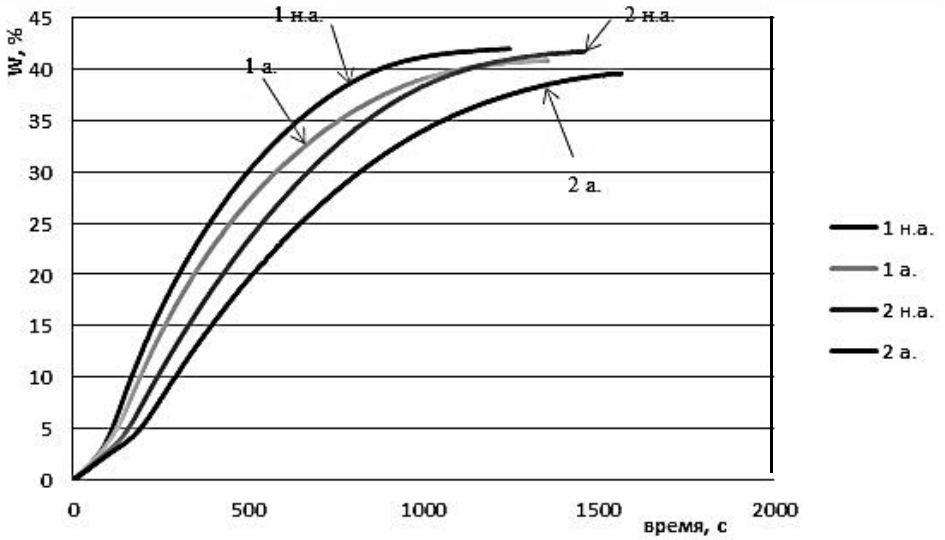


Рисунок 1 – Кривые сушки теста хлебопекарного:
1 н. а. и 2 н. а. – с неактивированной водой, с интервалом времени в 45 минут;
1 а. и 2 а. – с активированной водой, с интервалом времени в 45 минут

Из графиков видно, что при сушке теста, при замесе которого применили механоактивированную воду, заметно медленнее происходило обезвоживание.

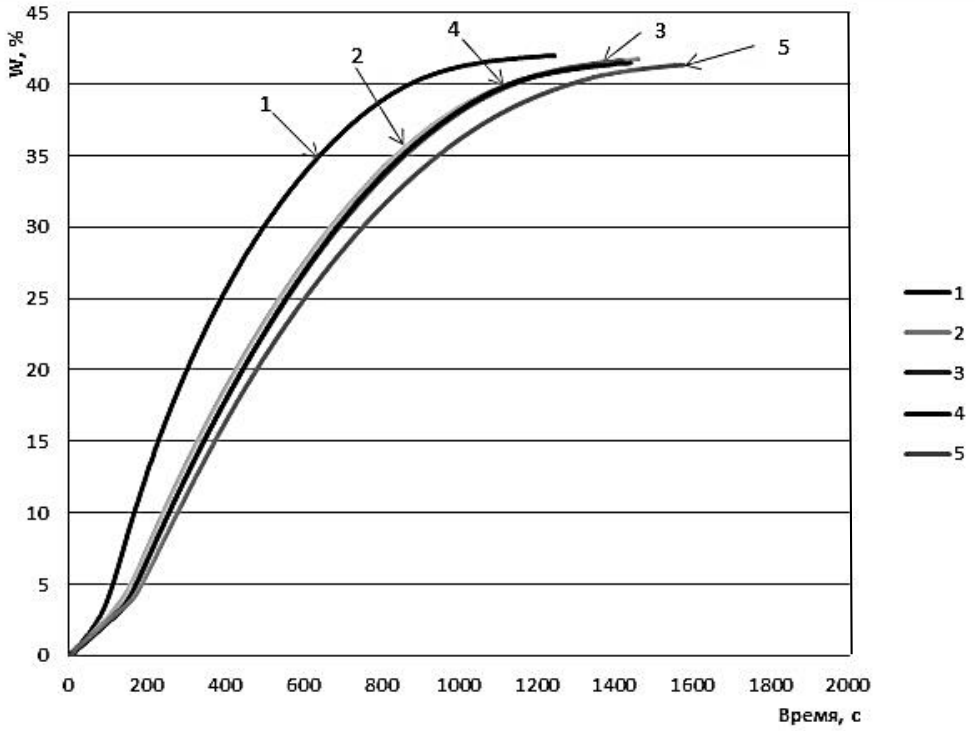


Рисунок 2 – Кривые сушки теста с активированной водой

Особенно ярко подчеркивает повышение энергии связи воды с материалом анализ кинетики сушки теста. Влага из теста, замешенного с водой обычного качества, на 30–40 % интенсивнее покидает материал.

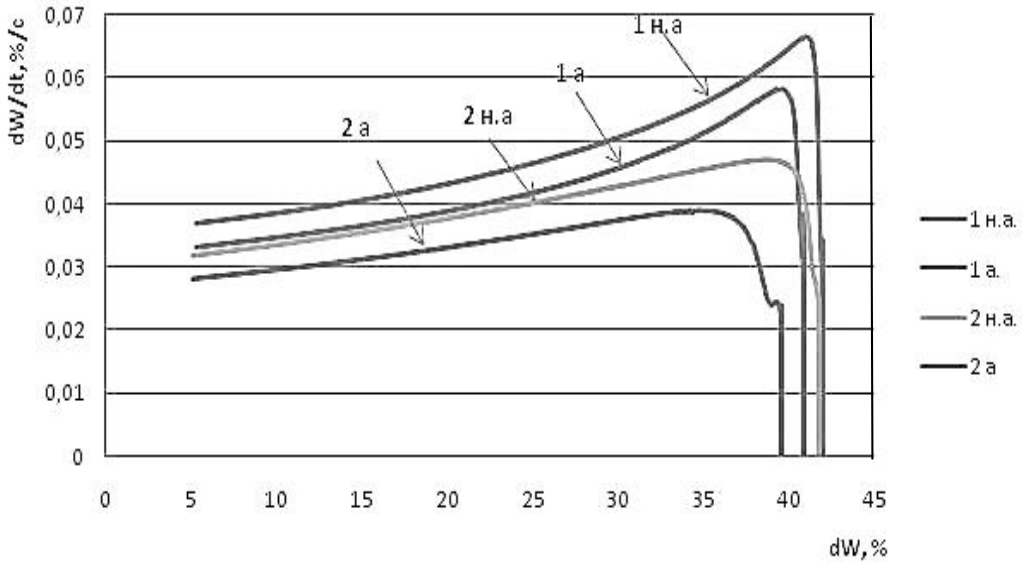


Рисунок 3 – Кинетика сушки теста хлебопекарного:
1 н. а. и 2 н. а. – влажность теста с неактивированной водой;
1 а. и 2 а. – влажность теста с активированной водой

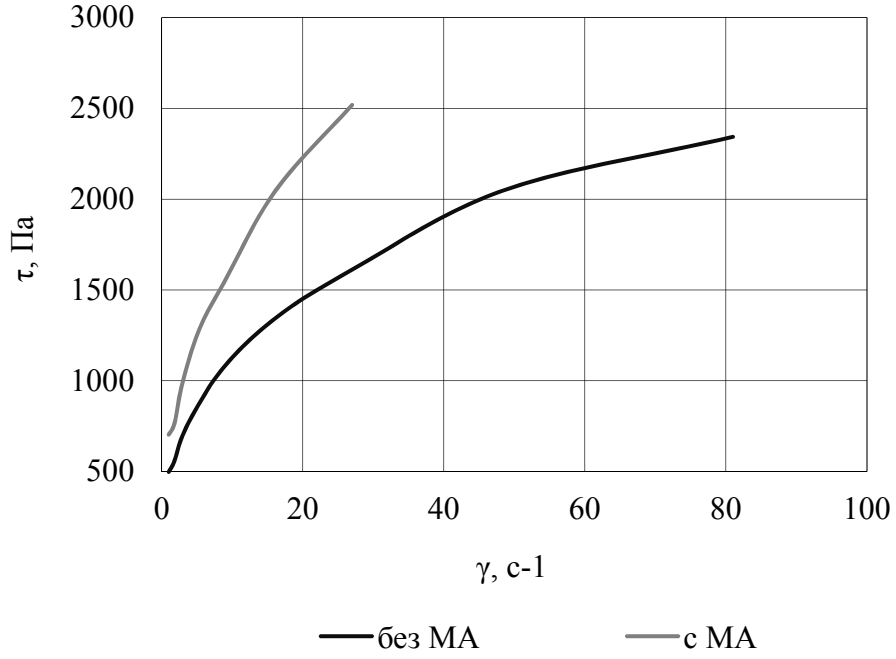


Рисунок 4 – Реологические свойства теста

Для полноты анализа изменений структурно-механических свойств теста при использовании механоактивированной воды для замеса провели исследования на приборе «Реотест». Получены значения и построены графики зависимостей напряжений от скорости сдвига (рис. 4). Видны значительные отличия реологических свойств образцов. Тесто экспериментальное обладает значительной эластичностью, что позволит улучшить процессы замеса, тестоделения, формования заготовок и в конечном итоге повысить качество хлеба без изменения его компонентного состава, повышения содержания клейковины или простых углеводов.

Список литературы

1. Механоактивация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studfiles.net/preview/430949/page:2/. Дата обращения 15.02.2018.

2. Определение удельной поверхности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://msd.com.ua/ximiya-kremnezema/opredelenie-udelnoj-poverxnosti/. Дата обращения 17.02.2018.

3. Физико-химические показатели качества муки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studfiles.net/preview/3540842/page:2/. Дата обращения 19.02.2018.

4. Науменко, Н. В. Влияние активированной воды на формирование качества и сохраняемость хлеба из пшеничной муки : дис. … канд. техн. наук : 05.18.15 / Науменко Наталья Владимировна. – СПб., 2007. – 172 с.

5. Активация воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.o8ode.ru/article/energo/active_water/#2. Дата обращения 20.02.2018.

6. Зенин, С. В. Исследование структуры воды методом протонного магнитного резонанса // Доклады Академии наук. – 1993. – Т. 332, № 3. – с. 328.

7. Интенсификация процесса получения однородных высококонцентрированных смесей с жидкой фазой в технологии производства хлеба / С. Д. Руднев [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 07 (61). – С. 72–78.

УДК: 664.8.047

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ ТОМАТОВ

Р. В. Крюк, М. Б. Шарифов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Помидоры являются самым популярным овощем в кухнях всего мира, из этой культуры готовятся тысячи разнообразных блюд. Томаты пользуются популярностью и в свежем, и в консервированном виде. Сушеные помидоры – вполне традиционный продукт, используемый в итальянской кухне, и считается вполне достойной заменой свежим томатам.

Полезные свойства такого продукта обширны. Вяленые помидоры относятся к продуктам средней калорийности. Такие томаты рекомендуется употреблять при недостатке в организме витаминов и микроэлементов. В вяленых помидорах содержится грубая клетчатка, которая улучшает моторику пищеварительного тракта.

Этот продукт является прекрасной профилактикой различных проблем со зрением. Вяленые томаты помогают уменьшить риск возникновения тромбов в кровеносных сосудах [3].

К преимуществам вяленых томатов относится возможность длительного хранения. Для этого нужно взять чистую банку, сложить туда вяленые помидоры, налить немного оливкового масла и закрыть плотной крышкой. Благодаря этому в любое время можно насладиться полезными и вкусными томатами.

Также сушеные томаты можно измельчить в порошок и использовать для производства томатного сока.

Сначала производим калибровку томатов. Наиболее подходящим для сушки сырьем являются слезовидные томаты, твердые, зрелые, правильной формы, с высоким общим содержанием сухих веществ (не менее 5,5 % сахаров по рефрактометру). Томаты для сушки должны удовлетворять следующим условиям: иметь толстые мясистые стенки, быть практически без семян, не содержать крупных семян, а также с минимальным содержанием осложненной плаценты (геля). Затем томаты моем, с целью удаления пыли, грязи и остатков растений [2].

Подготовленные томаты подвергаются сушке. В настоящее время большая часть томатов сушится при помощи солнечной энергии (вяленые томаты, sun-dried), однако имеется тенденция к переходу на искусственную сушку, в первую очередь конвективную, из соображений улучшения гигиенических условий производства и повышения качества готового продукта, а также сокращения продолжительности переработки. Сушка является основной операцией при производстве сушеных томатов и сопровождается удалением большей части влаги из томатов [1].

На рис. 1, 2 и 3 представлены данные об исследовании процесса сушки томатов. Сушили томаты радиационно-конвективным способом при 80, 100 и 120 °С. Сушились томаты, разрезанные как вдоль, так и поперек.

В результате анализа процесса сушки были сделаны выводы. Сушка томатов, разрезанных вдоль, проходила быстрее, чем сушка томатов, разрезанных поперек. Внешний вид также был привлекательнее у томатов, разрезанных вдоль: они равномерно просушивались, и очистить от внутренностей их было значительно легче. Томаты, сушенные при 100 °С, приобретали привлекательный внешний вид, а после сушки при 120 °С томаты подгорали и теряли свою привлекательность.

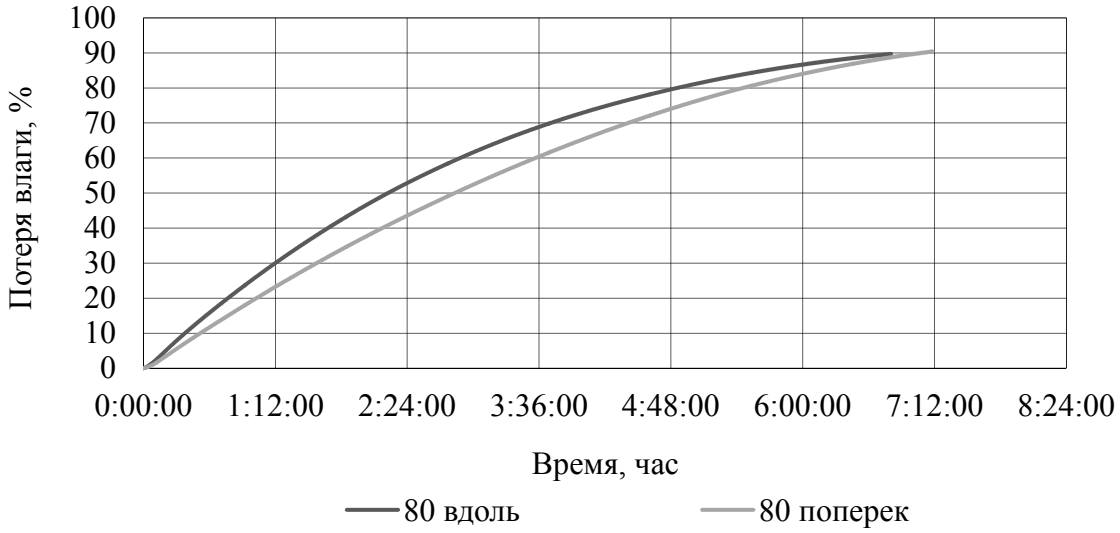


Рисунок 1 – Кривая сушки томатов при 80 °С.

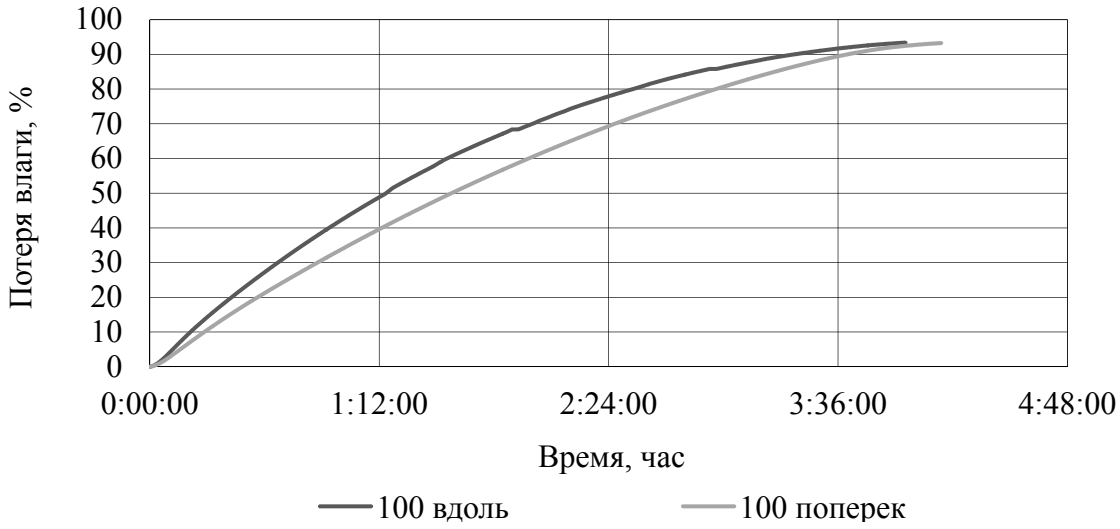


Рисунок 2 – Кривая сушки томатов при 100 °С

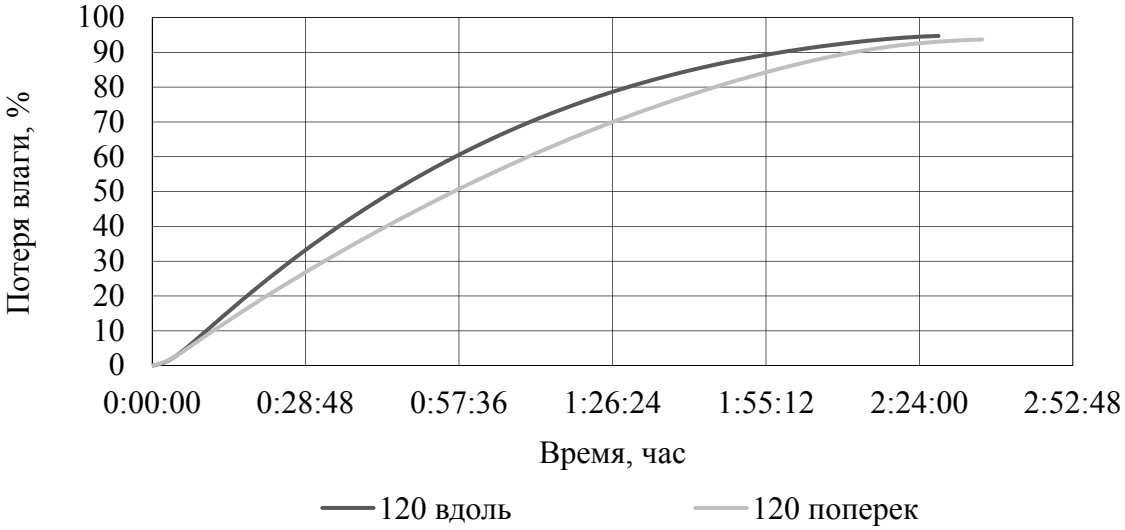


Рисунок 3 – Кривая сушки при 120 °С

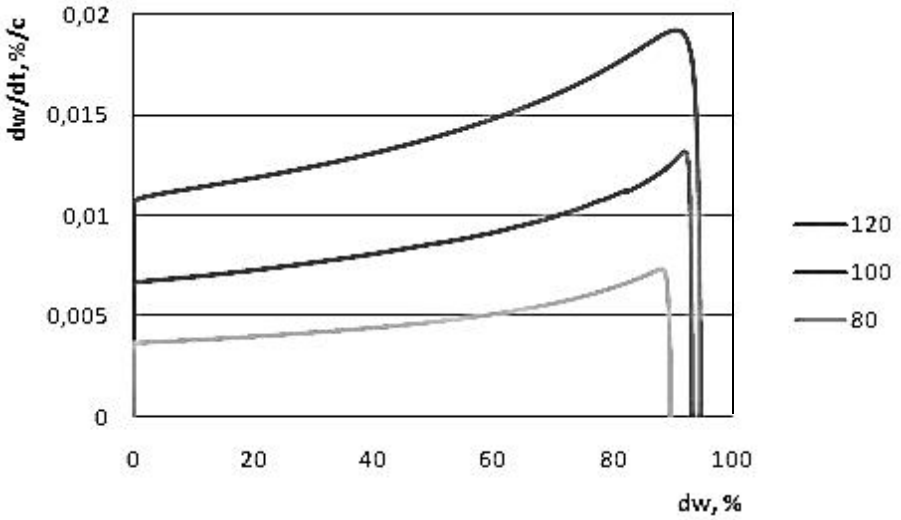


Рисунок 4 – Кинетика сушки томатов, разрезанных вдоль

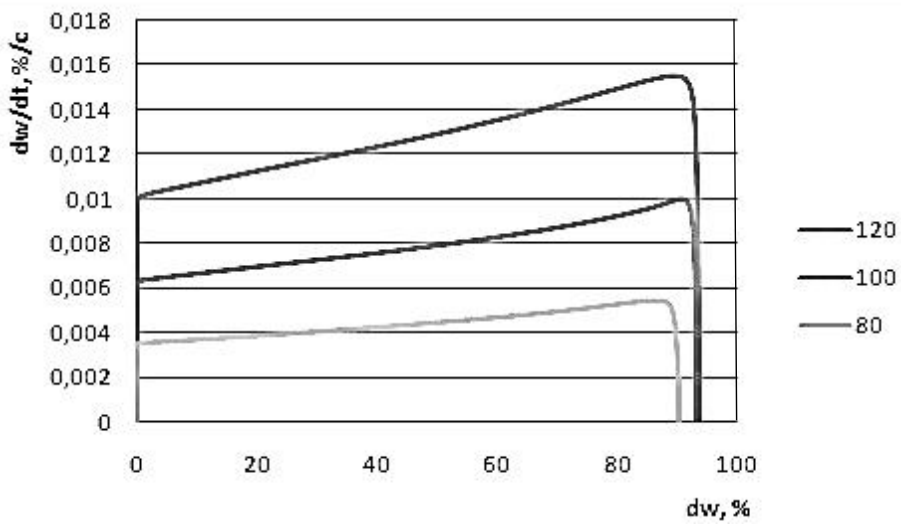


Рисунок 5 – Кинетика сушки томатов, разрезанных поперек

Список литературы

1. Технология сушки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nashaucheba.ru /v7390.

2. Результаты исследований качественных показателей процесса сушки томатов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://research-journal.org/technical/rezultaty-issledovanij-kachestvennyx-pokazatelej-processa-sushki-tomatov.

3. Помидоры – польза и вред для организма человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://zdorovevdom.ru/pomidor-polza-i-vred-dlya-organizma-cheloveka.

УДК 664.681

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА ВАФЕЛЬНОГО

Р. В. Крюк, С. В. Глушак
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Вафли – мучные кондитерские изделия, представляющие собой изящные выпеченные листы, с начинкой или же без нее. Вафельные листы владеют своеобразным свойством «хруста» при раскусывании. Это обосновано тем, что вафли содержат невысокую влажность, рифленой клетчаткой поверхностью и структура листа – мелкопористая [1].

В реальное время для изготовления вафель используют поточные части, в которых непрерывные процессы выпечки вафельных листов, намазки и резки вафельных пластов связаны порционным изготовлением вафельного теста.

Качество вафельного теста находится в зависимости от рецептуры и технологии изготовления. Качество клейковины оказывает большое воздействие на вязкость теста.

При диспергировании жиров потребуется не только размельчить частички жира, но и ликвидировать их повторное склеивание. Это достигается при внедрении в состав рецептуры эмульгаторов – поверхностно-активных веществ (ПАВ), владеющих возможностью при внедрении в маленьких количествах содействовать образованию устойчивых жировых эмульсий. Следует обозначить, собственно что диспергирование и гомогенизация жиросодержащих компонентов не лишь только обеспечивают понижение вязкости вафельного теста, но и дают возможность снизить его влажность, уменьшить количество оттеков при формировании и ликвидировать прилипание выпеченных вафельных листов к формам [1].

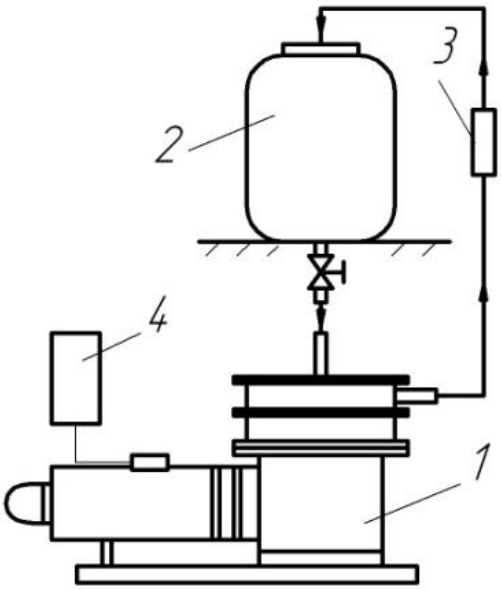
Смесь вафельного теста значимо находится в зависимости от влажности, температуры и длительности замеса. Важна наименьшая влажность теста, при которой гарантируется стойкая дисперсная система, не образующая агрегатов из частичек муки. При температуре чуть выше 20^0С возрастает вязкость теста вследствие повышенной набухаемости белков клейковины, а при минимальной длительности промесса тесто обладает неравномерной консистенцией [1].

Приготовление теста непрерывным способом осуществляется путем подготовки изготовления эмульсий из всех компонент рецептуры, за исключением муки, и дальнейшего смешивания ее с мукой.

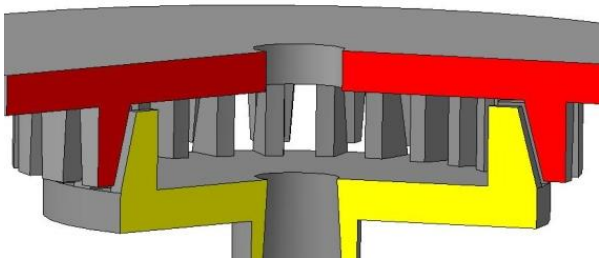
На данный момент разрабатывается технология приготовления вафельного теста, которая уменьшает время на изготовление теста и понижение энергозатратов.

В качестве экспериментальной установки применялся роторно-пульсационный аппарат (РПА) созданный на кафедре МАТС [3].

В состав установки входят: роторно-пульсационная установка, циркуляционная ёмкость, система соединительных трубопроводов с запорной арматурой. На линии подачи продукта из РПА в циркуляционную ёмкость установлен ротаметр для контроля объёмных затратов. Для запуска установки в работу и регулировки специализирован пульт управления, в состав которого входят преобразователь напряжения, пусковая аппаратура, лабораторный автотрансформатор и измерительный комплект К-505 для измерения потребляемой установки мощности [3].



а) принципиальная схема установки:
1-РПА, 2-циркуляционная ёмкость,
3-ротаметр, 4-пульт управления



б) рабочие органы аппарата

Рисунок 1 - Экспериментальная установка

При внедрении роторно-пульсационного аппарата в технологическую линию производства вафель, позволит сократить линию, заменив оборудование. А именно, РПА заменит: сбивалку эмульсии, промежуточный бак эмульсии, дозатор эмульсии и сбивальную машину. При замене этого оборудования на роторно-пульсационный аппарат снизятся затраты на электроэнергию, повысится качество продукта, увеличится производительность и уменьшаться затраты на дорогостоящее оборудование.

Список литературы

1. Справочник химика. 2.4.1.Грануляторы. С. 179 [Электронный ресурс] http://msd.com.ua/ mashinostroenie/oborudovanie-dlya-formoobrazovaniya/ (дата доступа: 02.12.2017).
2. Клюев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. – М.: Техпром., 1980. – 421 с.
3. С.Д. Руднев, М.А. Козлов, Р.В. Крюк. Анализ работы и исследование энергетических характеристик роторного диспергатора.

УДК 664.65

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕСТА

Р. В. Крюк, С. Н. Подболотский
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

1. О процессах тестоделения и тесторазделки.

Разделка теста – это поочередно последовательные операции по обработке готового теста, которое включает в себя такие этапы как: тестоделение, тестоокругление, предварительную расстойку, тестоформование и окончательную расстойку. Реология – это наука, которая изучает деформации и течении различных тел, изучает реологические свойства сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. В слове «реология» «рео» от греческого означает течение. Деформация – это изменение размеров тела под действием нагрузки. Тесто, являясь упруго-пластичным продуктом, имеет такие типичные реологические свойства как: адгезия, модуль упругости, предел прочности, предельное напряжение сдвига. В отношении структуры пищевых тел деформация приводит к течению (тесто, мука, майонез, сгущенное молоко и т. д.) или даже к их разрыву (хлеб, конфеты и т. д.), в отличие от твердых тел, у которых происходит изменение формы или размера полностью, либо частично. Присутсвие в муке белковых веществ, их состав, состояние и свойства несут важнейшее значение и в большей мере определяют и пищевую ценность хлеба, и технологические свойства муки. От этих параметров зависят такие свойства теста, как упругость, вязкость, эластичность. Белковые вещества называют клейковинными белками, которые состоят из глютеновой и глиадиновой фракций и в пшеничной муки представлены на 2/3 (3/4). В пшеничной муке глютениновой фракции содержится несколько меньше, чем глиадиновой. Чем плотнее и прочнее структура белка и чем больше его количество, а следовательно, и чем выше содержание в муке клейковины и лучшее ее реологические свойства, тем сильнее мука, устойчивее и лучше будут реологические свойства теста из нее. Нужное количество воды, для получения теста с нормальной консистенции определяет сила муки, а также изменение реологических свойств теста в процессе брожения и в связи с этим – поведение теста при его механической разделки, а также тестовых заготовок при окончательной расстойке. Сила муки так же означает газоудерживающее свойство теста, то есть способность при брожении полуфабриката удерживать диоксид углерода. Для изготовления хлеба с максимальным объемом из очень сильной пшеничной муки реологические свойства теста должны быть несколько ослаблены. Этого можно достичь за счет изменения режимов приготовления тестовых заготовок: усилением его механической обработки, некоторым повышением температуры, увеличением количества воды в тесте или добавлением препаратов, использование механоактивированной воды, форсирующих протеолиз в тесте. Также сила муки обусловливает формоудерживающую способность теста, то есть способность тестовой продукции удержать диоксид углерода и сохранять форму ее в процессе расстойки и первого периода выпечки. На основе этого сила муки определит расплываемость подового хлеба. [1]

2. О свойствах механоактивированной воды.

Использование именно механоактивированной воды позволяет изменить свойства теста, что позволит улучшить процессы замеса, тестоделения, формования заготовок и в конечном итоге повысить качество хлеба без изменения его компонентного состава, повышения содержания клейковины или простых углеводов. Механоактивация – это процесс активирования твердых веществ с использованием механической обработки. Измельчение в истирающем, ударноистирающем или ударном режимах приведет к накоплению структурных дефектов, а так же увеличению кривизны поверхности, фазовым превращениям и даже аморфизации кристаллов, что влияет наих химическую активность. Механоактивация – это процесс создания в некоторой области твердого тела напряжений с их последующей релаксацией. Механоактивация – это образование более химически активного вещества с

предварительной механической обработкой. Механоактивация происходит, когда скорость накопления дефектов превышает скорость ихисчезновения. Это реализуется в энергонагружаемых аппаратах, таких как: центробежные планетарные и струйные мельницы, дезинтеграторы и другие, где сочетаются высокие частоты и силы механических воздействий. Главные плюсы активированной воды: имеет хорошую текучесть и растворимость, может заменять и дополнять пищевые добавки. Используется в комплексной очистке организма, выводит и нейтрализует канцерогены и шлаки; используется в качестве лечения, помогает в борьбе с курением, спасает при отравлении; при проживании в неблагоприятных зонах увеличивается вероятность появления здорового потомства, полезна при токсикозе беременных; повышает эффективность физиотерапии; продолжительность жизни клеток увеличивается в 15 раз; необходима для водителей, чтобы снизить утомляемость; полезна при аллергических реакциях; смягчает деликатесные блюда, особенно мясо в любого вида. Активированная вода — восстановитель кислотно-щелочного баланса. Активированная вода —это хороший источник витаминов и микроэлементов. С одной стороны, она способна действовать как антиоксидант, а с другой — многократно усиливать действие ферментных и неферментных антиоксидантов: витамина С и флавоноидов [2].

3. О повышении связности воды – графики сушки теста.

Удаление влаги различных форм связи с материалом имеет свои особенности, которые выявляются при построении кинетических кривых процесса сушки. Далее проводили исследования процесса сушки в анализаторе влажности МХ-50 (производство Япония, сертифицирован в Российской Федерации) по стандартной методике экспресс-анализа при температуре 160 ^{o}С. Результаты в виде зависимостей изменения влажности теста во времени представлены на рис. 1.

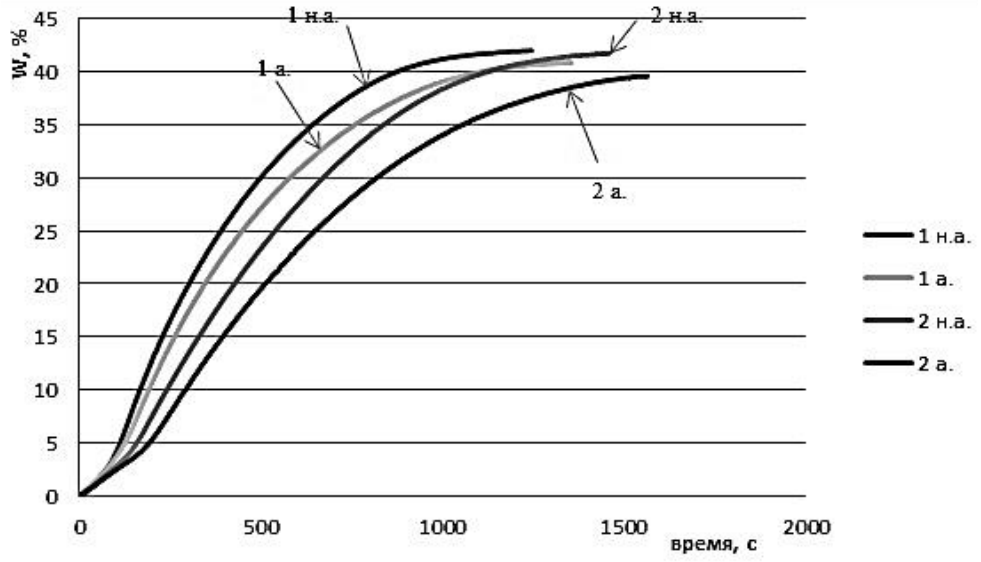


Рисунок 1 – Кривые сушки теста хлебопекарного:
1 н.а. и 2 н.а. – с неактивированной водой, с интервалом времени в 45 минут;
1 а. и 2 а. – с активированной водой, с интервалом времени в 45 минут.

Из графиков видно, что при сушке теста, при замесе которого применили механоактивированную воду, заметно медленнее происходило обезвоживание.

Особенно ярко подчеркивает повышение энергии связи воды с материалом анализ кинетики сушки теста. Влага из теста, замешенного с водой обычного качества на 30–40 % интенсивнее покидает материал.

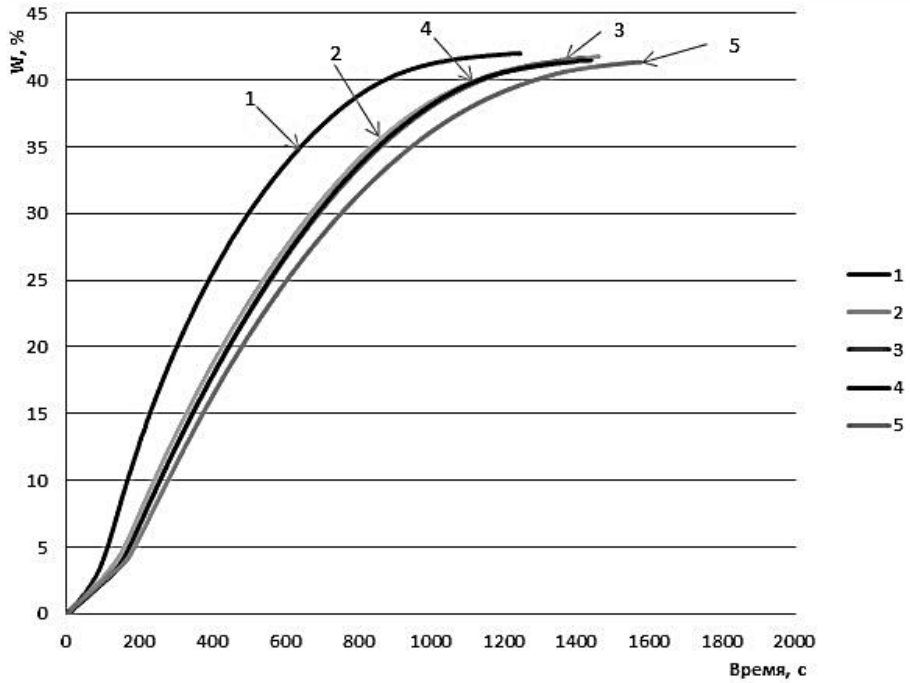


Рисунок 2 – Кривые сушки теста с активированной водой

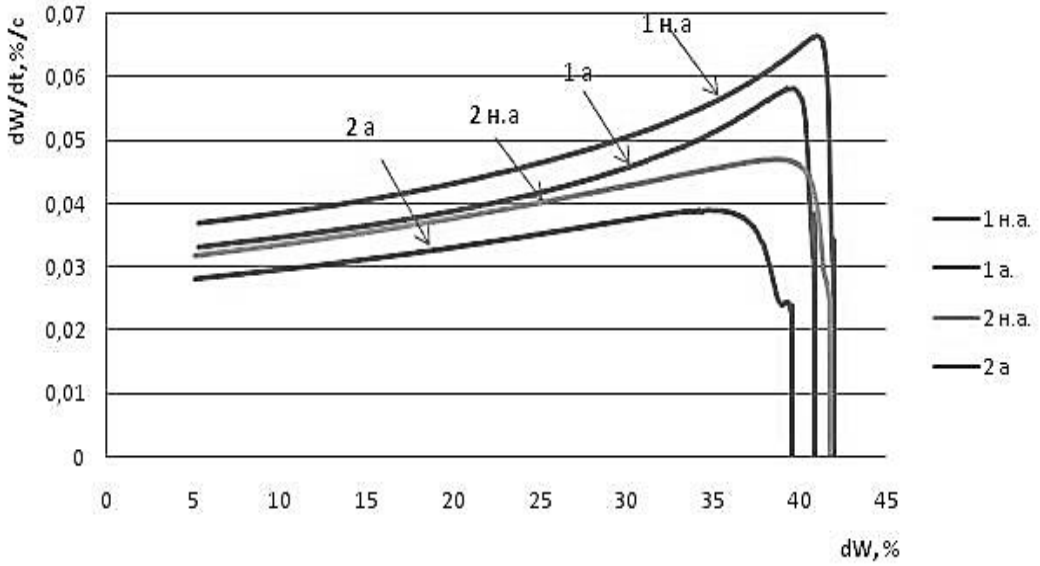


Рисунок 3 – Кинетика сушки теста хлебопекарного:
1 н.а. и 2 н.а. – влажность теста с неактивированной водой;
1 а. и 2 а. – влажность теста с активированной водой.

4. О реологии теста – графики с реотеста.

Для полноты анализа изменений структурно-механических свойств теста при использовании механоактивированной воды для замеса провели исследования на приборе «Реотест». Получены значения и построены графики зависимостей напряжений от скорости сдвига (рис. 4). Видны значительные отличия реологических свойств образцов. Тесто экспериментальное обладает значительной эластичностью, что позволит улучшить процессы замеса, тестоделения, формования заготовок и в конечном итоге повысить качество хлеба без изменения его компонентного состава, повышения содержания клейковины или простых углеводов.

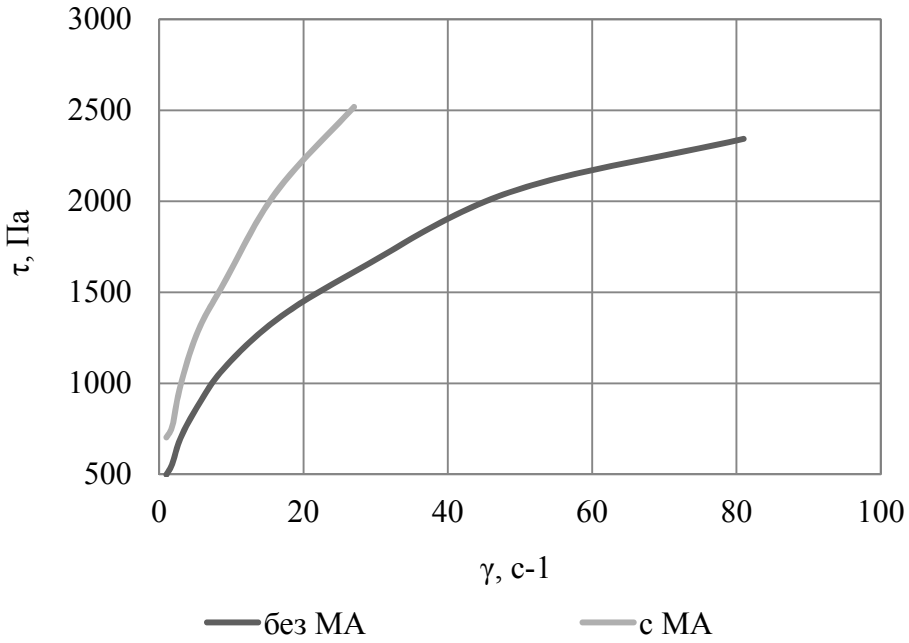


Рисунок 4 – Реологические свойства теста

Заключение

На основе полученных данных подкрепленными графиками, мы пришли к выводу, что использование механоактивированной воды приводит к повышению качества готовой продукции без изменения его состава и с сохранением полезных свойств, а также позволяет улучшить процессы замеса, тестоделения и формования.

Список литературы

1. http://мастер-повар.рф/ponyatie-razdelki-testa.html.

2. https://vilovit.ru/vilovit/aktivirovannaya-voda.

3. Гинзбург, А. С. Теплофизичекие характеристики пищевых продуктов / А. С. Гинзбург, М. А. Громов, Г. И. Красовская. – М. : Пищевая промышленность, 1980.

УДК 546.57:579

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТОВ КЛАСТЕРНОГО СЕРЕБРА НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРООРГАНИЗМОВ

М. В. Марченко*, Д. А. Варламов*, Т. А. Розалёнок**
*Губернаторский многопрофильный лицей-интернат, г. Кемерово, Россия
**Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

На дворе двадцать первый век – это век биотехнологий (в т. ч. бионанотехнологий). Благодаря развитию науки человечество имеет возможность работать с объектами наноразмерного масштаба, размер которых доходит до 1 мкм. Наночастицы, как правило, характеризуются уникальными свойствами, которые связанны с высоким отношением их удельной поверхности к объему [1].

Наблюдаемый в настоящее время интерес к бионанотехнологиям не удивителен, ведь давно всем известно, что от размера вещества зависит его активность: чем меньше размер вещества, тем более активно оно себя ведет. И, на сегодняшний день, контакт организмов и наночастиц заметно усиливается: в различных направлениях промышленности доля их использования постоянно возрастает [2].

Особый интерес представляет практическое использование в биотехнологии наноразмерного серебра (наносеребра), которое может применяться в ничтожно малом количестве, сохраняя при этом свои антимикробные свойства, а также с минимальным неблагоприятным (токсическим) воздействием на организм человека [3]. Одной из разновидностей наносеребра является кластерное серебро, которое характеризуется более однородным строением и меньшим размером частиц по сравнению с классическими препаратами коллоидного серебра [4]. Благодаря своим уникальным химическим и физическим свойствам, которые определяются значительной величиной отношения площади удельной поверхности к объему (и другим размерным эффектам), антибактериальные свойства кластерного серебра по сравнению с другими металлами существенно возрастают [5]. Ионы серебра обладают высокой проникающей способностью: с легкостью проникая в клетки, преодолевают мембраны, и обнаруживаются даже в ядре клеток [6]. В связи со всем вышеперечисленным, наночастицы серебра используются как биоцидная добавка – в виде модификатора, предназначенного для создания и производства разнообразных материалов, покрытий и других видов продукции с бактерицидными свойствами [7].

Целью работы является изучение влияния препаратов кластерного серебра на морфологические характеристики микроорганизмов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– провести анализ литературных данных по теме исследования, в т. ч. изучить особенности и механизм влияния кластерного серебра на микроорганизмы;
– выбрать штаммы микроорганизмов для исследования влияния препаратов кластерного серебра на их морфологические характеристики;
– подобрать оптимальную концентрацию кластерного серебра для культивирования выбранных штаммов микроорганизмов;
– изучить влияние препаратов кластерного серебра на морфологические характеристики выбранных штаммов микроорганизмов.

Проводя анализ литературных источников [5–10], было отмечено, что чувствительность к воздействию ионов серебра у патогенных (условно патогенных) и не патогенных микроорганизмов разная. Отмечено, что наибольшей чувствительностью обладают именно патогенные микроорганизмы – это свидетельствует об избирательном действии наночастиц серебра [8–10]. Например, на некоторые патогенные микроорганизмы ионы серебра оказывают сильное бактерицидное влияние (вызывают их гибель), что в конечном итоге способствует активному росту и размножению других микроорганизмов, которые с ними конкурируют.

Кроме того, как показывает опыт большинства проведенных исследований, по сравнению с грамотрицательными бактериями грамположительные гораздо более устойчивы к высоким концентрациям серебра [3, 6, 10].

Также было замечено, что вероятность бактерицидного действия наночастиц серебра в отношении нормальной микрофлоры организма человека, крайне мала. В работах ряда исследователей [3, 5, 6] говорится, что растворы металлического серебра, в которых последнее находится в виде кластерных частиц, не только безопасны для организма, но и применяются взамен антибиотиков в профилактических, а также терапевтических дозах.

В ходе проводимого научного исследования готовили питательные среды для культивирования микроорганизмов, которые содержат необходимые для роста и размножения выбранных штаммов микроорганизмов питательные вещества. Затем осуществляли подбор оптимальной концентрации кластерного серебра для каждого штамма микроорганизмов и проводили культивирование в термостате при оптимальных температурах. Далее изучали морфологию культивированных микроорганизмов, сравнивая модифицированные микроорганизмы с контролем (без наночастиц серебра): учитывали морфолого-цитологические признаки, а также культуральные признаки. Исследование проводилось в пяти повторностях.

Обобщая полученные результаты, был сделан вывод, что более чувствительны к действию наночастиц серебра исследуемые условно патогенные штаммы, а менее чувствительны – непатогенные. Кроме того, как показали проведенные исследования, малые концентрации серебряных наночастиц оказывают стимулирующее действие на рост микроскопических грибов, дрожжей, а также пробиотических бактерий.

Список литературы

1. Ткаченко, Т. В. Наночастицы как актуальное направление исследований / Т. В. Ткаченко, А. С. Безрядина // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4-5. – С. 619–621.

2. Nowack, B. 120 years of nanosilver history: Implications for policy makers / B. Nowack, H. F. Krug, M. Height // Environmental Science & Technology. – 2010. – № 45. – P. 1177–1183.

3. Голохваст, К. С. Экотоксикология нано- и микрочастиц минералов / К. С. Голохваст, А. М. Паничев, И. М. Мишаков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – № 1. – С. 51–59.

4. Химическое осаждение металлов в водных растворах / В. В. Свиридов [и др.] ; под ред. В. В. Свиридова. – Минск : Университетское издание, 1987. – 270 с.

5. Букина, Ю. А. Антибактериальные свойства и механизм бактерицидного действия наночастиц и ионов серебра / Ю. А. Букина, Е. А. Сергеева // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 14. – С. 170–172.

6. The bactericidal effect of silver nanoparticles / J. R. Morones [et al.] // Nanotechnology. – 2005. – № 16 (10). – P. 2346–2353.

7. Розаленок, Т. А. Использование кластерных композитов для придания пищевой упаковке антимикробных свойств / Т. А. Розаленок, Ю. Ю. Сидорин // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – № 4 (39). – С. 84–88.

8. Линник, А. И. Биопрепарат, модифицированный кластерным серебром, для переработки отходов птицеводства в экологически чистое удобрение / А. И. Линник, А. И. Пискаева // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 4 (35). – С. 84–93

9. Розалёнок, Т. А. Сравнительная оценка биоцидных композиций на основе кластерного серебра / Т.А. Розалёнок // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю. А. Овчинникова, 2016. – Т. 12, № 2. – С. 5–11.

10. Rozalyonok, T. A Comparative Study Of Antimicrobial Activity Of Silver Clusters Against Various Microorganisms / T. A. Rozalyonok, Yu. Sidorin // Science Evolution. – 2016. – Vol. 1, № 2. – P. 85–91.

УДК 664/664.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ВИБРАЦИОННОЙ НАСАДКИ НА КИНЕТИКУ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПЛОДОВ РЯБИНЫ КРАСНОЙ

А. А. Моисеенко, П. П. Иванов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Использование вибрации позволило в буквальном смысле слова перевернуть представление о многих технологических процессах, обеспечив при этом достижение высоких технико-экономических показателей, что обусловлено следующими эффектами, возникающими при действии вибрации в нелинейных механических системах:

1. Изменение поведения колебательных систем и механизмов под действием вибрации.
2. Эффекты вибрационного перемещения и смещения.
3. Виброреологические эффекты.
4. Возникновение интенсивного механического взаимодействия между частицами и объемами многокомпонентных систем [1].

На сегодняшний день развитие вибротехники находится на высоком уровне, однако, потенциал в данной области далеко не исчерпан, и еще больших успехов в применении вибрационной техники можно ожидать в будущем, особенно в таких направлениях как: вибротранспортирование, вибросмешивание, виброразделение, виброуплотноение, виброразрушение, а также процессы тепло- и массообмена в вибрационном поле.

Достижения в области вибротехники во многом опираются на фундаментальные исследования по теории нелинейных колебаний. Основными параметрами которых являются: виброперемещение, виброскорость и виброускорение, значения которых определяются основными параметрами колебательнаго движения: амплитудой и частотой колебаний [1].

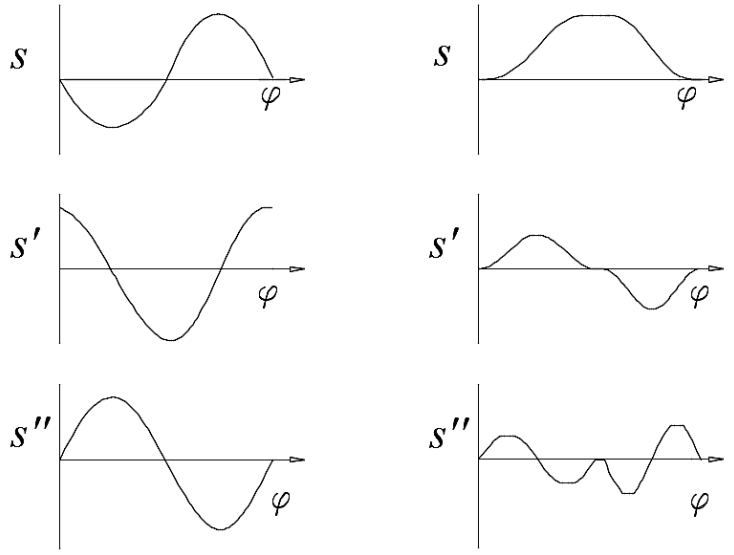
Вибрационное воздействие на обрабатываемый материал осуществляется при помощи специальных устройств, включающих в себя в общем случае двигатель, передаточный механизм, вибровозбудитель и исполнительный (рабочий) орган, соединенный с основанием упругими или другого рода связями. Рабочий орган служит как для передачи вибрации объекту обработки, так и для выполнения специальных операций.

Механические колебания чаще всего осуществляются по синусоидальному (или гармоническому) закону, хотя известна техническая реализация механических колебаний трапецеидальной, равнопеременной, пилообразной и иных форм. Для формирования последних используются кулачковый, мальтийский, рычажный и др. механизмы. Несмотря на сложность технических решений таких механизмов их главное преимущество является возможность получения практически любого закона движения рабочего органа, что может увеличить те или иные эффекты вибрационного воздействия.

Проведем анализ изменения виброперемещения (s), виброскорости (s'), виброускорения (s'') исполнительного рабочего органа от угла поворота приводного механизма (φ) полученных с использованием кривошипно-шатунного (рис. 1а) и кулачкового (рис. 1б) механизмов.

На рис. 1а представлен закон движения синусоидальной (гармонической) формы колебаний, при котором перемещение, скорость и ускорение изменяются по закону изменения синуса. При синусоидальном законе все три кривые непрерывны, из чего следует, что этот закон удовлетворяет требованиям работы на высоких скоростях, и характеризуется минимальными значениями износа, напряжения и шума. При этом мягкие и жесткие удары отсутствуют. Этот закон обеспечивает плавный подъем и опускание рабочего органа, с одинаковой скоростью, не вызывая сильных боковых давлений на толкатель [2]. Таким образом, кривошипно-шатунный механизм (КШМ) предпочтительнее других, особенно в быстроходных механизмах, в тоже время он дает большие значения ускорения, чем

трапецеидальный закон, что в свою очередь уменьшает время релаксации гидромеханической системы и степень ее турбулизации.



а) **б)**

Рисунок 1 – Законы вибрационного движения
а) синусоидальный. б) трапецеидальный

На рис. 1б представлен трапецеидальной закон движения, рабочего органа при котором мгновенное изменение значения колебаний протекает во времени по линейному закону. В общем случае время нарастания и убывания мгновенного значения исследуемых параметров не равны. Это позволяет в некоторых механизмах и процессах реализовать специальные эффекты, выделяя рабочий и холостой ход исполнительного механизма. В частности, при проведении процессов экстрагирования в аппарате с вибрационной насадкой [3, 5] появляется возможность увеличить мгновенный перепад давления по обе стороны вибрационной насадки при меньших значениях амплитуды, что в свою очередь позволит достичь желаемой интенсификации процесса при меньшей динамической нагрузке на элементы конструкции аппарата.

Эксперимент проводился в соответствие с методикой, описанной в [4]. При этом использовались два типа передаточного механизма: кривошипно-шатунный, реализующий синусоидальные колебания с амплитудой A = 5; 6,2; 7,4 мм и частотой f = 14,2 Гц, и кулачковый, формирующий трапецеидальные колебания, при ходе толкателя (h) = 10мм. В качестве материала исследования использовались замороженные плоды рябины красной и вода с температурой 20^{o}С. Контролируемыми параметрами являлись концентрация сухих растворимых веществ (СРВ) в экстракте и значения затрачиваемой мощности. Эксперимент проводился до достижения равновесного значения концентрации СРВ, составившей Ссв = 4,5 %масс., при соотношении фаз 1:4.

Анализ кривых извлечения СРВ из замороженных плодов рябины красной (рис. 2.) говорит о целесообразности использования экстрактора с вибрационной насадкой для интенсификации рассматриваемого процесса. Экспериментально было определено, что при использовании кривошипно-шатунного механизма минимальная амплитуда гармонических колебаний должна превышать 5мм, при меньших значениях перерабатываемые плоды не подвергаются разрушению, и экстрагирование СРВ не наблюдается. Увеличение амплитуды колебаний вибрационной насадки значительно ускоряет процесс, который фактически заканчивается на 10 минуте при A = 6,2мм и на 7 минуте при A = 7,4мм. Сопоставимая скорость процессов разрушения и экстрагирования была достигнута при использовании

кулачкового механизма с ходом рабочего органа 10мм. В этом случае равновесная концентрация СРВ в экстракте была достигнута на 8 минуте.

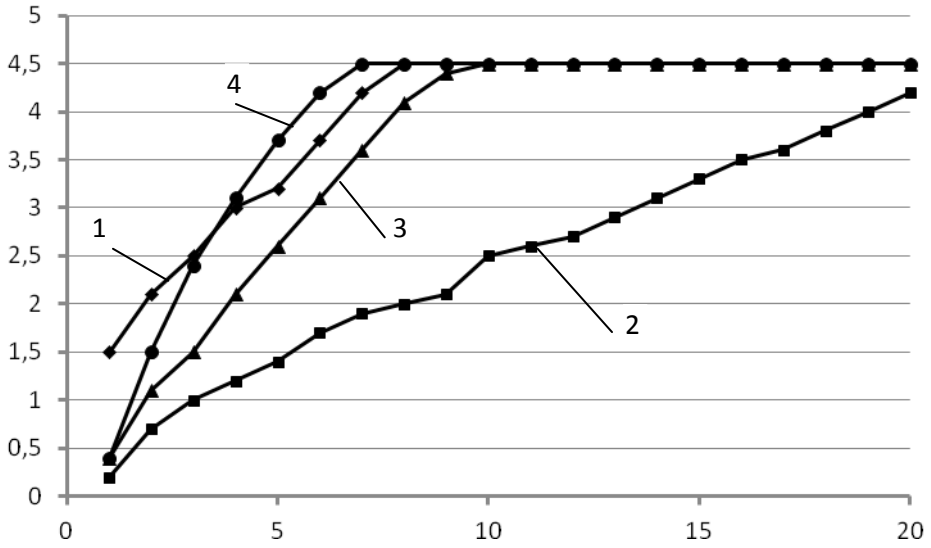


Рисунок 2 – Кинетика извлечения СРВ из замороженных плодов рябины красной в экстракторе с вибрационной насадкой периодического действия: 1 – кулачковый механизм, *h* = 10мм; 2 – КШМ *A* = 5 мм; 3 – КШМ *A* = 6,2мм; 4 – КШМ *A* = 7,4 мм.

Таким образом, при реализации трапецеидального закона перемещения вибрационной насадки с помощью кулачкового механизма скорость процесса переработки замороженных плодов рябины красной значительно повышается. При этом перемещение рабочего органа может быть уменьшено на 30% и более, что способствует снижению динамической нагрузки на элементы конструкции аппарата. Однако, сложность изготовления и низкая надежность кулачкового механизма, а также его повышенное энергопотребление в следствие значительных потерь на трение на сегодняшний день существенно сдерживают его широкое применение в технике.

Список литературы

1. Варсанофьев, В.Д. Вибрационная техника в химической промышленности / В.Д. Варсанофьев, Э.Э. Кольман-Иванов. – М.: Химия, 1985. – 240 с.

2. Воробьев Ю.В. Проектирование и анализ кулачковых механизмов / Ю.В. Воробьев, Л.Х. Никитина, П.А. Галкин-Тамбов. – Томск: Издательство ТГТУ – 2006. – 187 с.

3. Городецкий, И.Я. Вибрационные массообменные аппараты / И.Я. Городецкий, А.А. Васин, В.М. Олевский, П.А. Лупанов. - М.: Химия,1980. - 192 с.

4. Иванов, П.П. Влияние температуры экстрагента на процесс получения экстракта из замороженных плодов рябины красной в аппарате с вибрационной насадкой / П.П. Иванов, И.Б. Плотников, М.А. Халтурин // Вестник Международной академии холода. 2014. № 3. – С. 64-68.

5. Sudesh Rathilal. Modelling of a Vibrating-plate Extraction Column. PhD diss. Durban, University of KwaZulu-Natal, 2010. 218 p.

УДК 664.66

О ВЛИЯНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И КАЧЕСТВО ХЛЕБА

А.В. Прилипко[*], В.В. Иванов[**]
*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия
[**]ООО "ИмперияМОКС", г. Кемерово, Россия

Хлебобулочные изделия традиционно занимают ведущее место в питании населения нашей страны. Наиболее выраженное в последние годы снижение товарного качества зерна пшеницы и его высокая микробиологическая обсемененность отрицательно сказываются на потребительских свойствах и показателях качества хлебобулочных изделий. Совершенствованию процесса приготовления и повышению качества хлебобулочных изделий может способствовать воздействие ряда факторов физической природы на отдельные компоненты, входящие в состав рецептурныхингредиентов.

Активация воды, как способ повышения качества хлебобулочных изделий, стала использоваться сравнительно недавно и применяется весьма ограниченно. Существуют данные о целесообразности применения воды активированной термообработкой, дегазацией, ионизацией серебром, акустическими и оптическими воздействиями, а также другими способами.

Со второй половины 20 века стали использовать электролиз для активации воды. Подвергнутая униполярному воздействию, активированная вода переходит в неравновесное состояние и в течение времени релаксации проявляет аномально высокую химическую активность, что может оказать положительное влияние на качество хлебобулочных изделий.

Вода – один из главных компонентов хлебобулочных изделий. От ее количества, состава, биологической активности зависит интенсивность микробиологическихи ферментативных процессов [1].

Активация воды (её перевод в неравновесное термодинамическое состояние с резонансной микрокластерной структурой) может быть осуществлена различными физическими, химическими или биологическими способами [2].

Хлеб на нашем столе является настолько традиционным продуктом, что совершенствование технологических процессов его производства и как результат – изменение качества изделий нужно проводить максимально осторожно. Была предпринята попытка улучшения традиционных процессов производства хлеба на основе современных представлений о воде и изменении ее свойств под воздействием механической энергии [3]. Авторами уже исследовалось влияние механоактивации воды на процесс производства и качество полуфабрикатов и хлеба [4]. Эксперименты проводились в условиях научно-исследовательской лаборатории на экспериментальном оборудовании. Следующим шагом было получить результаты на серийном общедоступном малогабаритном оборудовании – хлебопечке бытовой.

Механоактивацию воды проводили в гомогенизаторе марки HOMOGENIZERtypeMPW – 324 на максимальной скорости в течение 60 секунд.

Исследовался процесс замеса теста, свойства получаемого теста и качество хлеба, выпеченного по традиционной технологии, программа которой заложена в процессор хлебопечки марки Suprana основном режиме.

Анализ структурно-механических свойств теста осуществляли на структурометре со следующими параметрами: F_0=00,5 Н; V = 30 мм/мин.; F = 30 Н. Насадка – конус.

Анализ структурно-механических свойств мякиша хлеба осуществляли на структурометре со следующими параметрами: F_0=00,5 Н; V = 100 мм/мин.; F = 40 Н. Насадка – полусфера [5, с. 85-86].

Объём хлеба определяли по общепринятой методике. Удельный объем хлебобулочных изделий определяют путем деления величины объема хлебобулочного изделия в $см^3$ на его массу в граммах [5, с. 81-83].

Балльную оценку качества хлеба проводили по 100 балльной системе, разработанной Московским технологическим институтом пищевой промышленности [6].

На рисунке 1 представлены результаты замеса теста по традиционной технологии и с предварительной механической обработкой воды в течение 60 секунд.

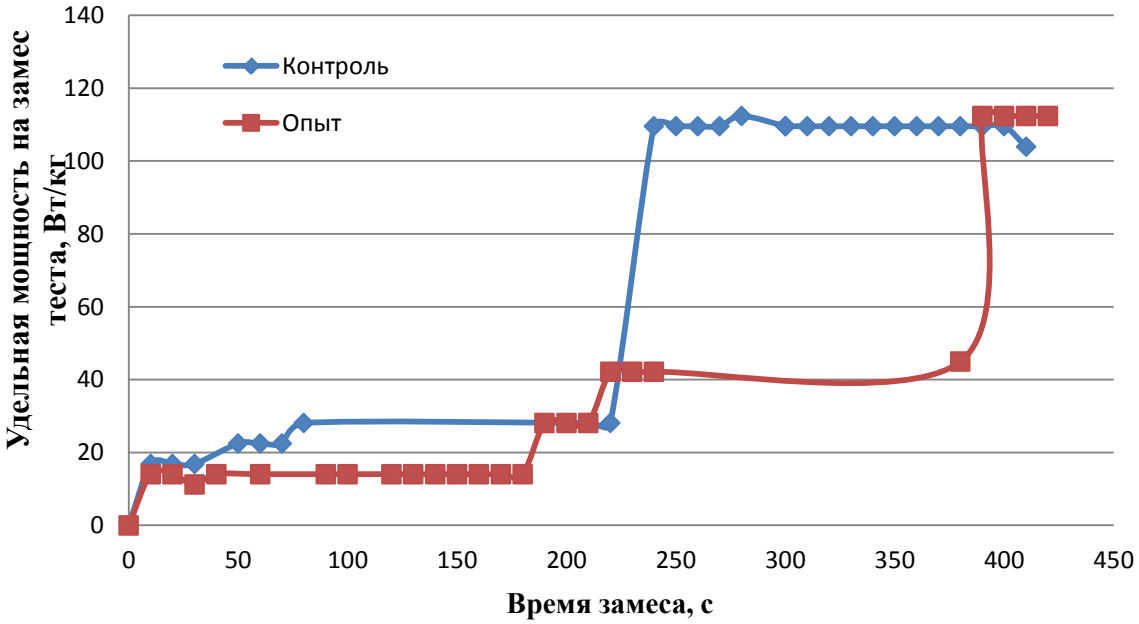
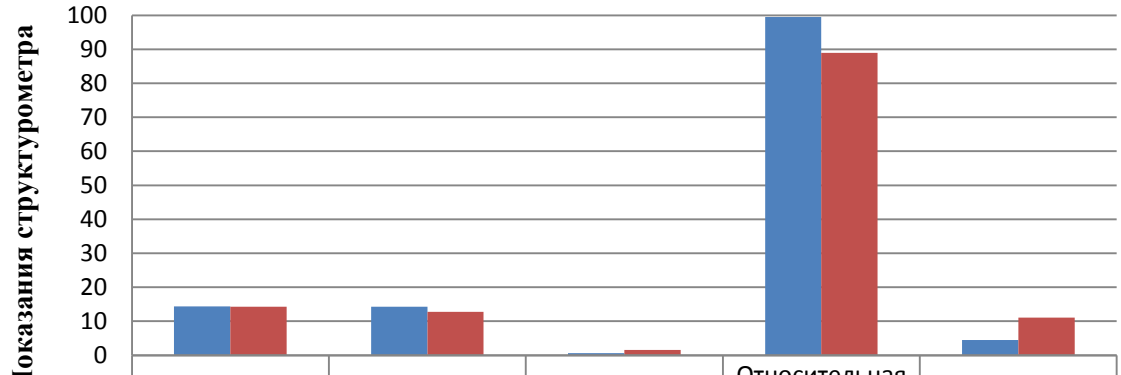


Рисунок 1 – Зависимость удельной мощности от времени замеса теста

Из графиков видно, что заметно увеличивается период проявления эластичности теста, если используется предварительно активированная вода. Таким образом, сопротивление перемешиванию снижено, качество смеси улучшается.

На рисунке 2 представлены структурно-механические свойства пшеничного теста.



	ΔНобщ.	ΔНпл.	ΔНупр.	Относительная пластичность, %	Относительная упругость, %
Контроль	14,38	14,31	0,65	99,51	4,52
Опыт	14,32	12,73	1,59	88,9	11,1

Рисунок 2 – Структурно-механические свойства теста

Результаты подтверждают изменение качества теста при замесе с использованием механоактивированной воды. Пластичность увеличилась на 10 – 12 %, упругость снизилась почти вдвое.

Качество полученного хлеба определялось по величине его удельного объема. На рисунке 3 представлены данные по удельному объёму хлеба (см^3/г).

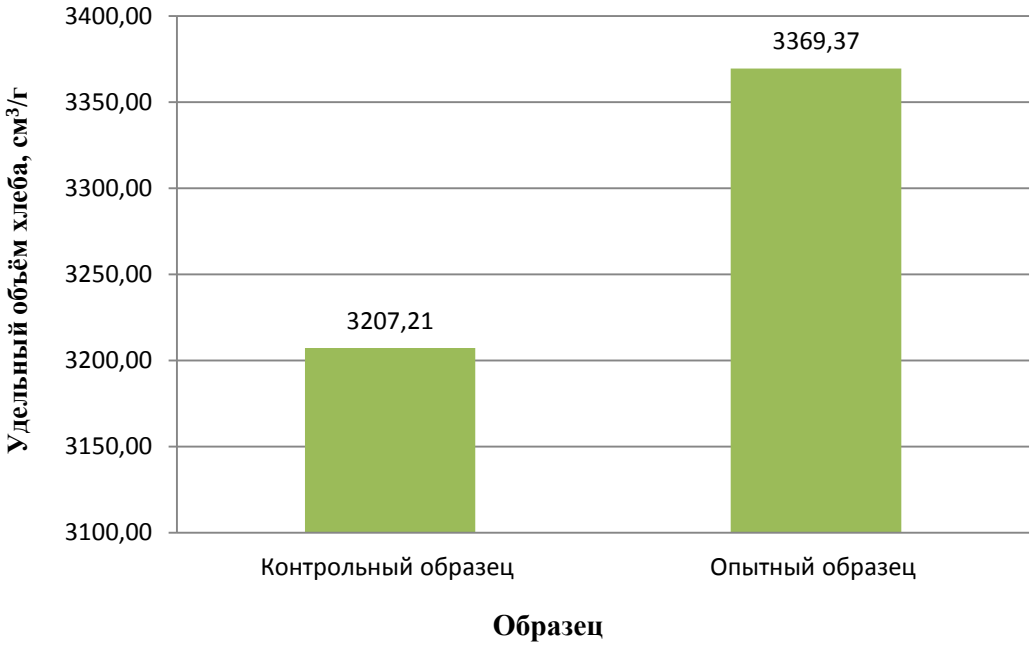
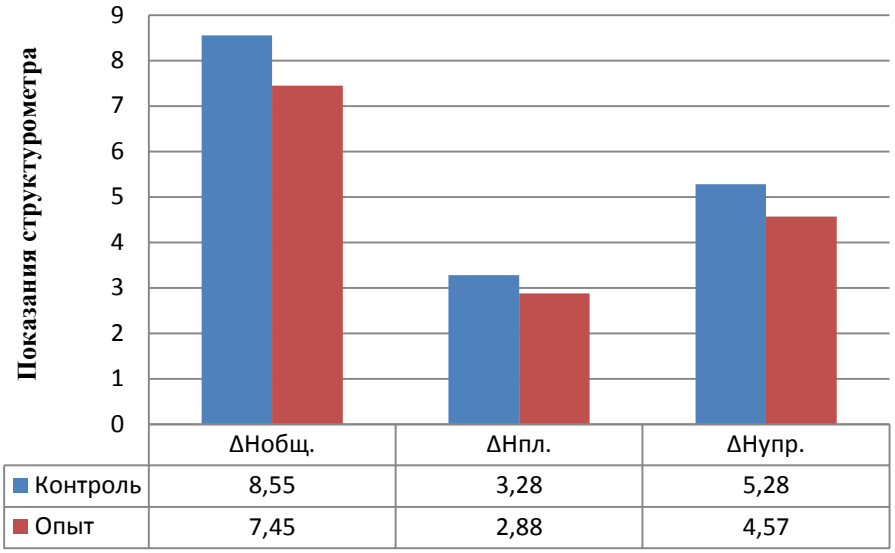


Рисунок 3 – Удельный объём хлеба пшеничного

Результат очевиден: качество хлеба, полученного по экспериментальной технологии заметно выше (увеличение на 5,06%).

На рисунке 4 представлены структурно-механические свойства пшеничного хлеба.

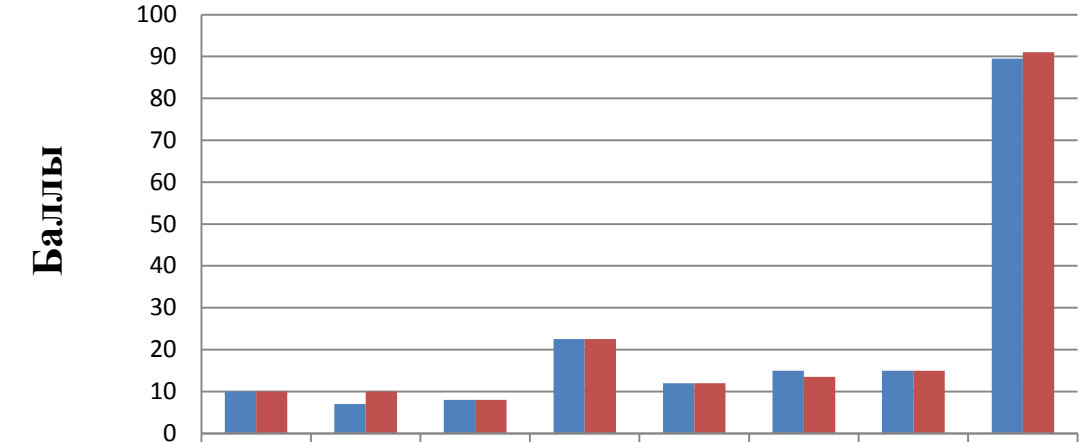


	ΔНобщ.	ΔНпл.	ΔНупр.
Контроль	8,55	3,28	5,28
Опыт	7,45	2,88	4,57

Рисунок 4 – Структурно-механические свойства хлеба

Структурно-механические свойства хлебного мякиша улучшаются.

На рисунке 5 представлена оценка качества хлеба по 100 балльной системе, разработанной Московским технологическим институтом пищевой промышленности.



	Форма	Цвет корки	Поверхность	Состояние мякиша	Пористость	Аромат	Вкус	Итого
Контрольный образец	10	7	8	22,5	12	15	15	89,5
Опытный образец	10	10	8	22,5	12	13,5	15	91

Рисунок 5 – Балльная оценка хлеба

Повышение качества хлеба пшеничного из муки высшего сорта при механоактивации воды по комплексному показателю незначительно.

В ходе эксперимента выявлено, что повышение качества хлеба по комплексному показателю незначительно, но в результате дополнительной обработки воды получено значительное снижение энергозатрат на механическую обработку теста, что позволяет считать продолжение исследований в этом направлении перспективным.

Список литературы

1. Науменко Н.В. Влияние активированной воды на формирование качества и сохраняемость хлеба из пшеничной муки: дисс. … кандидата тех. наук. С.-Петерб. торгово-эконом. ин-т. Санкт-Петербург, 2007.

2. Активация воды [Электронный ресурс]URL:http://www.o8ode.ru/article/energo/active_water/#2. Дата обращения 14.02.2018.

3. Зенин С.В. Исследование структуры воды методом протонного магнитного резонанса // Докл. РАН. – 1993. – т. 332 – № 3. – с. 328.

4. Руднев С.Д. Интенсификация процесса получения однородных высококонцентрированных смесей с жидкой фазой в технологии производства хлеба / С.Д. Руднев, А.С. Марков, В.В. Иванов, А.В. Мещанинов, А.В. Прилипко // Международный научно-исследовательский журнал – 2017. – № 07 (61).–с. 72 – 78.

5. Корячкина, С.Я. Методы исследования качества хлебобулочных изделий: учебно-методическое пособие для вузов / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелева. – Орел: ОрелГТУ, 2010. – 166 с.

6. Оценка качества хлеба, основы анализа продуктов [Электронный ресурс] URL: http://www.matrixplus.ru/tooa20.htm. Дата обращения 14.02.2018.

УДК 664.34

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН РАПСА В ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

А. О. Рензяев, Е. Г. Карцев, Р. С. Чикалдин, А. А. Аманбек
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Рапсовое масло производят из семян рапса, ведь, содержание масла в таких семенах составляет до 50 %. Применение такому маслу находится в пищевой промышленности, а также, в кожевной, текстильной, металлургической и мыловаренной [6].

Рапсовое масло – продукт, полученный в результате отжима семян однолетнего крестоцветного растения рапса. Цвет масла варьируется от светло-желтого до янтарного. Оно имеет приятный ореховый аромат и вкус, схожий с оливковым маслом [7].

Как и любое растительное масло, рапсовое бывает рафинированное и нерафинированное. В первом случае масло получают при помощи горячего отжима. Во втором случае отжим делают из сырых семян растения. При горячем отжиме масло хранится дольше, но теряет часть полезных веществ. А вот масло холодного отжима сохраняет все свои микроэлементы, полезные для организма, но срок хранения значительно сокращается.

На самом деле, еще до недавнего времени рапсовое масло в пищевой промышленности не использовалось, а все благодаря высокому содержанию в его составе эруковой кислоты. Однако, в 70-х годах прошлого столетия канадскими учеными был выведен специальный сорт рапса, содержание в котором эруковой кислоты было минимальным – не больше 2 %. Это позволило начать использовать рапсовое масло как в производстве пищевого масла, так и в производстве маргарина [5].

В табл. 1 представлены основные плюсы и минусы рапсового масла.

Таблица 1 – Характеристика основных достоинств и недостатков рапсового масла

Основные плюсы	Основные минусы
А) в состав входят мононенасыщенные жиры, способствующие снижению уровня холестерина;	А) продукт зачастую содержит эруковую кислоту – вещество, в больших количествах токсичное для человеческого организма, вызывающее задержку роста и нарушения полового развития у детей;
Б) улучшает сердечную деятельность, способствует нормальному функционированию поджелудочной железы, а также печени и почек;	Б) есть много противопоказаний к употреблению масла для еды – желчекаменная болезнь, любые заболевания печени и пищеварительного тракта.
В) полезно для пищеварения, снижает кислотность желудка, оказывает мягкое слабительное действие;	
Г) оказывает регенерирующее действие, из-за чего процесс заживления ран и ожогов проходит намного быстрее;	

На предприятиях маслоперерабатывающей промышленности извлечение масла из маслосодержащих семян производят двумя методами: прессованием (отжимом) и экстракцией [5].

Самым распространенным способом производства растительных масел является прессование, которым производится примерно 76 % объема известных масел.

С свойства применяемых зерен, длительности и обстоятельств их сохранения, метода очищения зависит свойство продуктов обработки (масла и жмыха). Различные посторонние

примеси, находящиеся в семенах рапса в процессе отжима масла, значительно понижают выход масла и его качество. При организации зерен рапса к извлечению масла производится очищение зерен от мусора и распределение их по влажности. Распределение зерновой массы по величинам и просеивание посредством сита с отверстиями различных конфигураций и размеров также распределение металлопримесей и семян по ферромагнитным свойствам производят на сепараторах, аспираторах, камнеотборниках.

Минусами пересмотренной схемы изготовления рапсового масла является низкое свойство получаемого масла и жмыха в связи с наличием семенной оболочки при отжиме масла. Оболочка способствует попаданию сопутствующих и нежелательных веществ в продукты переработки.

Сперва прессованием получают жмых и в нем остается большое количество масла. Его получают, используя вспомогательную экстракцию органическими растворителями, и в конечном итоге получают шрот.

Жмых рапсовый – уникальная протеиновая подкормка для всех половозрастных групп КРС [5].

Для увеличения процентного соотношения выхода масла и повышения его качества масличные семена подвергают обрушиванию – разламывая слои зерен посредством механического воздействия с нарушением ее связи с ядром.

Оболочки масличных семян раздавливанием между поверхностями вращающихся вальцов основан на сдавливании семян со смещением из-за разности скоростей их вращения. В последствии направленные семена в выставленный зазор (который меньше размера семян) между вращающимися валками, сжимаясь растрескиваются и происходит разрушение оболочки с освобождение ядра.

После процесса обрушивания зерен получают рушанку, представляющую состав некоторых фракций: целых зерен – целяка, частично необрушенных зерен – недоруша, целого масличного ядра и его половинок, разрушенного ядра — сечки, масличной пыли и оболочки.

Для улучшения качества обрушивания предлагается осуществить калибровку по трем фракциям: свыше 1,5; 2; 2,5 мм.

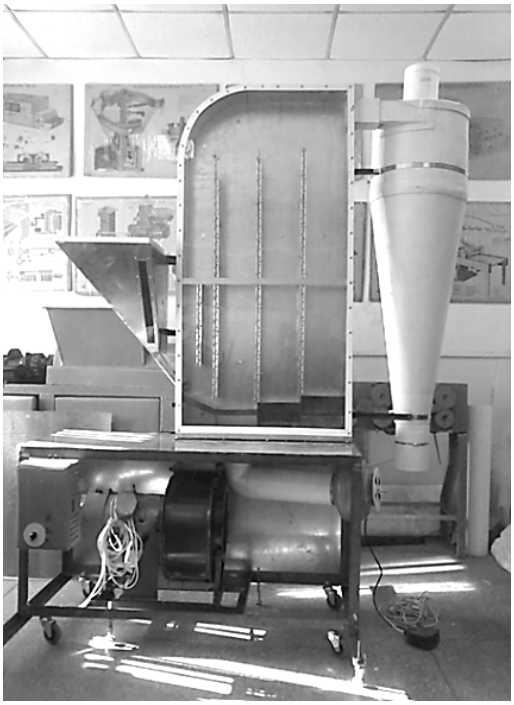
В соответствии с рекомендациями, полученными ранее в статье [2], выставляем величину зазора между валками и в соответствии с рекомендациями по скоростям начинаем процесс обрушивания.

Воздушный сепаратор представлен на рис. 1.

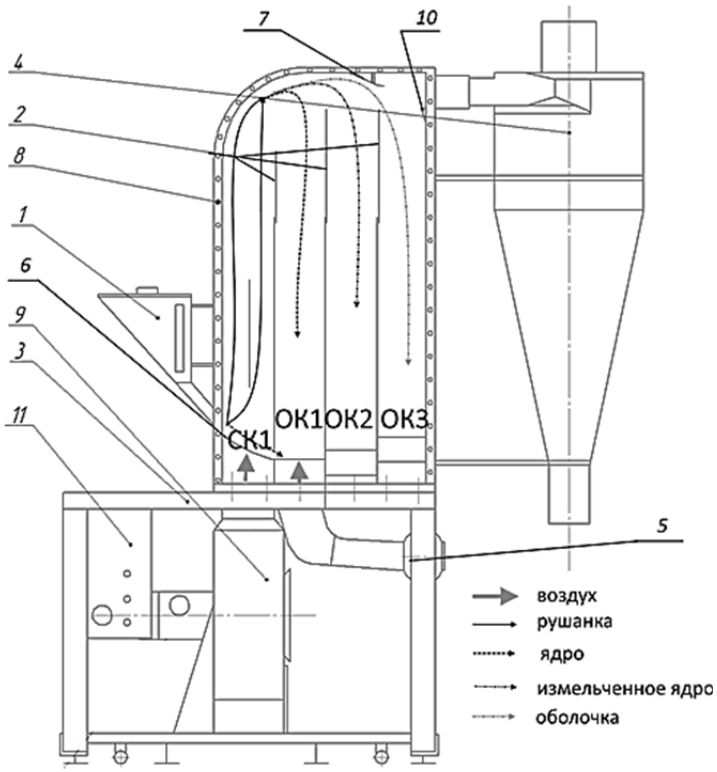
Вследствие первоначальных экспериментов пневмосепаратор функционирует последующим способом: рушанка рапса попадает в загрузочный сборник питателя с шиберной заслонкой (1), который подает ее в сепарирующий канал. Используемый материал (рушанка) попадает на опроную сетку (6). СК1 и ОК1, мешает последующему перемещению рушанки по ситу. Наиболее тяжелая группа рушанки (недоруш) при поддержке воздуха, поступающему с конкретной скоростью, одолевает перегородку и ссыпается в осадительный канал ОК1. Наиболее легкая группа (ядро) улетает с воздушным потоком и оседает в канале ОК2. В канале ОК3 оседает оболочка [1].

Отработанный воздух поступает в циклон (10), где совершается его очищение от пылевой группы. Сепарируемый материал делится на группы ядра, оболочки, недоруша, которые оседают в определенных воздушных каналах и попадают в сборники, и мелкую группу, поступающую в циклон.

Воздух в сепарирующие каналы подается двумя вентиляторами. Вентилятор низкого давления (2) предназначен с целью предоставления скоростей витания частиц и распределения фракций рушанки. Канальный вентилятор (3) предназначен для задания траектории движения частиц. Скорости подачи воздуха двумя вентиляторами устанавливают эффективность процесса сепарирования рушанки семян рапса [3].



а) Установка



б) Принципиальная схема установки

Рисунок 1 – Воздушный сепаратор для разделения рушанки рапса
1 – питатель с шиберной заслонкой, 2 – регулируемые перегородки, 3 – рама, 4 – циклон, 5 – канальный вентилятор, 6 – сетка поддерживающая, 7 – пластина направляющая, 8 – корпус, 9 – вентилятор низкого давления, 10 – отбойная пластина, 11 – панель управления; СК1 – сепарирующий канал; ОК1, ОК2, ОК3 – осадительные каналы

Монтаж шиберной заслонки позволяет регулировать подачу материала в зону разделения. Достаточное число каналов с требуемой высотой при необходимой скорости движения воздуха гарантирует большую вероятность разделения зернового материала.

В данном сепараторе одушевляем изменение параметров: скорости потока воздуха в разных каналах, изменение высоты заслонок.

Полученные данные показывают, что лучше использовать оптимальные скорости в каналах и положения заслонок.

Таблица 2 – Зависимость фракционного состава сепарированного материала от скоростей подачи воздуха вентилятором низкого давления и канальным вентилятором

V_1, м/с	Фракционный состав сепарированного материала, %			
	Ядро	Оболочка	Недоруш	Пыль
6,50	68	27	1	4
7,00	77	19	1	3
7,50	84	14	1	2
8,00	92	3	3	2

Более результативное распределение рушанки на фракции отмечалось при следующих параметрах: скорость подачи воздуха вентилятором низкого давления – 7–8,00 м/с, скорость подачи воздуха канальным вентилятором – 10,20 м/с. Скорость движения воздуха в

сепарирующем канале СК1, где начинается процесс разделения рушанки, при этом составляла 7,23 м/с. При данных параметрах сепарирования содержание частиц ядра в сепарированном материале составляло (92 ± 2) %.

Фотографии рушанки рапса перед пневмосепарированием и фракции масличного ядра, полученной после обработки в пневмосепараторе разработанной конструкции, представлены на рис. 2 и 3.

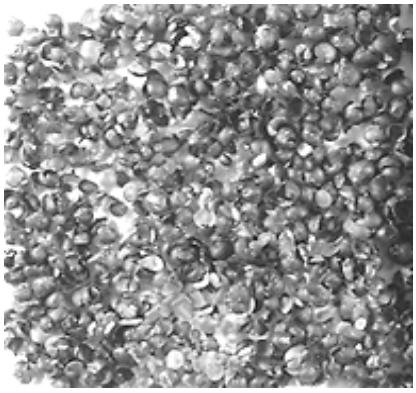


Рисунок 2 – Фотография рушанки семян рапса перед пневмосепарированием

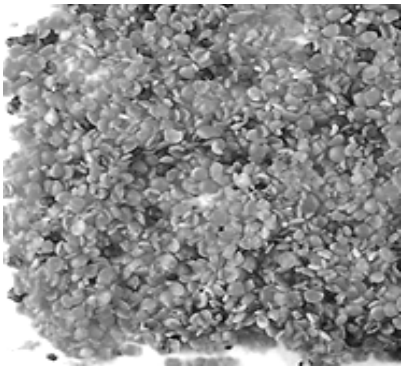


Рисунок 3 – Фотография фракции ядра после обработки в пневмосепараторе разработанной конструкции

Для подачи рушанки в зону сепарации предлагаем установить вибромотор на лоток бункера. В ходе исследований получили продукт: чистое ядро с меньшим содержанием оболочек и мелких примесей.

В результате предложенной обработки семян рапса снизятся затраты на рафинацию, дезодорацию и фильтрацию масла. Полученную оболочку предусматривается пустить на приготовление брикетов топлива, в качестве органического наполнителя в производстве пенобетонных блоков, для снижения веса. Возможно использовать масло в биотопливе с улучшенными показателями качества.

Список литературы

1. Рензяев, А. О. Пневмосепаратор для разделения зерновых материалов / А. О. Рензяев, О. П. Рензяев, А. Ф. Сорокопуд // Техника и технология пищевых производств – 2013. – № 1. – С. 93–97.

2. Рензяев, А. О. Исследование процесса обрушивания рушанки рапса / Пищевые продукты и здоровье человека: материалы V Всероссийской конференции / А. О. Рензяев // Кемерово : КемТИПП, 2012. – С. 343–345.

3. Рензяев, А. О. Исследование процесса разделения рушанки рапса на воздушном сепараторе / А. О. Рензяев // Пищевые продукты и здоровье человека: материалы IV Всероссийской конференции. – Кемерово, КемТИПП, 2011. – С. 261–262.

4. Исследование процесса обрушения семян рапса и рыжика в производстве растительного масла / О. П. Рензяев [и др.] // Совершенствование существующего и разработка нового оборудования для пищевой промышленности: сб. науч. работ. – Кемерово : КемТИПП, 2008. – Вып. 2. – С. 46–49.

5. Жиры. Химический состав и экспертиза качества / О. Б. Рудаков [и др.]. – М. : ДеЛи принт, 2005. – 312 с.

6. Рудаков, О. Б. Рапсовое масло – состав, свойства и применение / О. Б. Рудаков // Масла и жиры: специализированный информационный бюллетень. – 2004. – № 2 (36). – С. 1–2.

7. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под. ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. – М. : Брандес, Медицина, 1998. – 340 с.

УДК 60:637.5

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ МЯСНОЙ ИНДУСТРИИ

А. В. Смирнова, Н. В. Тихонова
Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

В настоящее время одним из инновационных направлений в вопросе сохранения продовольственного сырья и пищевых продуктов является применение съедобных пленок и покрытий. Последние могут быть определены как тонкий, употребляемый в пищу слой органического материала, который может обеспечить определенного рода барьер для предотвращения процессов испарения влаги и перехода молекул кислорода и растворенных веществ за пределы материи продукта. Использование съедобных материалов для упаковки пищевой продукции видится достойной альтернативой применению синтетических полимерных компонентов при производстве упаковок ввиду возможности их употребления совместно с продуктом, их безопасности для окружающей среды. При разработке рецептурной композиции подобного упаковочного материала возможно включение пищевых добавок различного назначения (ароматизаторы, подсластители, красители и др.), в том числе они могут функционировать в качестве носителей антимикробных и антиоксидантных агентов. В качестве основного материала при производстве пленок и покрытий должны выступать натуральные материалы, обладающие высокой пленкообразующей способностью, которые диспергированы и растворены в растворителе (вода, спирт, смесь воды и спирта, смеси других растворителей). Пластификаторы, антимикробные агенты, красители и ароматизаторы могут быть добавлены в процессе. Регулирование pH и температуры композиционного раствора в зависимости от использованного полимера способствует тому, чтобы пленка была равномерно распределена по поверхности продукта.

В качестве основы для изготовления пленки могут выступать соединения различной природы, в частности, абстрактно их можно подразделить на 3 категории: гидроколлоиды (белки, полисахариды, альгинаты), липиды (жирные кислоты, воски) и композиты.

В качестве основных назначений применения пищевых пленок можно выделить:

1) барьерные свойства;
2) свойства переносчика (несущей поверхности);
3) свойства укрепления.

Одна из основных функций упаковки-действовать как барьер, отделяющий и защищающий продукт от воздействия окружающей среды. В работе [1] пищевые пленки были использованы для защиты мяса и мясопродуктов, плодов и овощей от патогенного микробного загрязнения. Барьерные свойства пленки проявляют по отношению к влаге, кислороду и другим газам, животным и растительным маслам [2]. Степень барьерных свойств зависит от химической природы материала.

Добавление в состав пленки добавок антиоксидантного, антимикробного, ароматического, пигментного и питательного свойства ведет к соединению функциональных группы добавочного материала с компонентами, составляющими основу полимерной матрицы. Примером тому может служить то, что антибиотик низин, добавленный в альгинатную съедобную пленку, имеет высокую антимикробную активность против стафилококка при применении к говядине. Mei et al. [3] показали, что съедобные пленки со смесью ксантановой камеди, лактата кальция и α-токоферола увеличивают срок удержания оранжевого пигмента моркови в течение трех недель хранения. Также исследования показали, что съедобная пленка помогла сохранить содержание β-каротина и повысила пищевую ценность витамина Е и кальция в моркови [3, 4].

Пищевые покрытия и пленки способны улучшать механические свойства хрупкой продукции. Так, хитозановое покрытие, нанесенное на свежую клубнику, уменьшило механические повреждения при хранении, переработке и транспортировке [4]

Агар-агар (агар) является фикоколлоидом (*phycocolloid*) – желирующим веществом, выделенным из морских водорослей и обладающих коллоидными свойствами. Агар и каррагинан составляют два хорошо определенных семейства полисахаридов, которые получены из разных родов отдела красные водоросли (*Rhodophyta***)**, известных как агарофиты и каррагенофиты.

Агар, как и крахмал, является гетерогенным полисахаридом - смесью двух полисахаридов: агаропектина и агарозы. Несмотря на то, что оба полимера имеют одинаковую основу – галактозу, агаропектин сильно модифицирован кислотными боковыми группами, такими как сульфат и пируват; агароза имеет нейтральный заряд.

Известно, что агар обладает способностью формировать обратимые гели. Преимущество агара над другими гелеобразователями состоит в том, что процесс гелеобразования начинается при температурах ниже температуры плавления геля, однако этот факт, выраженный термической нестабильностью, ограничивает их применение при высоких температурах. В холодной воде агар набухает, в кипящей – растворяется с последующим охлаждением и образованием геля. Общеизвестно, что молекулы агарозы принимают произвольно конформацию спирали при более высоких температурах, а при более низких – образуют двойные спирали, агрегация таких спиралей приводит к образованию геля.

Цель исследования – разработать технологию производства пищевых пленок на основе природных биополимерных матриц.

В качестве **объектов** исследования были выбраны природные полисахариды растительного происхождения – агар-агар и каппа-каррагинан, а также произведенные на их основе полимерные пленки. Исходя из анализа научно-патентной литературы, а также непосредственно результатов эмпирических исследований была выведена оптимальная рецептурная композиция пленки, обладающая наилучшими органолептическими и механическими свойствами.

В ходе эксперимента проводились два параллельных опыта, в каждом из которых за основу пленкообразователя был взят природный полисахарид.

Таблица 1 – Рецептурный состав пищевых пленок

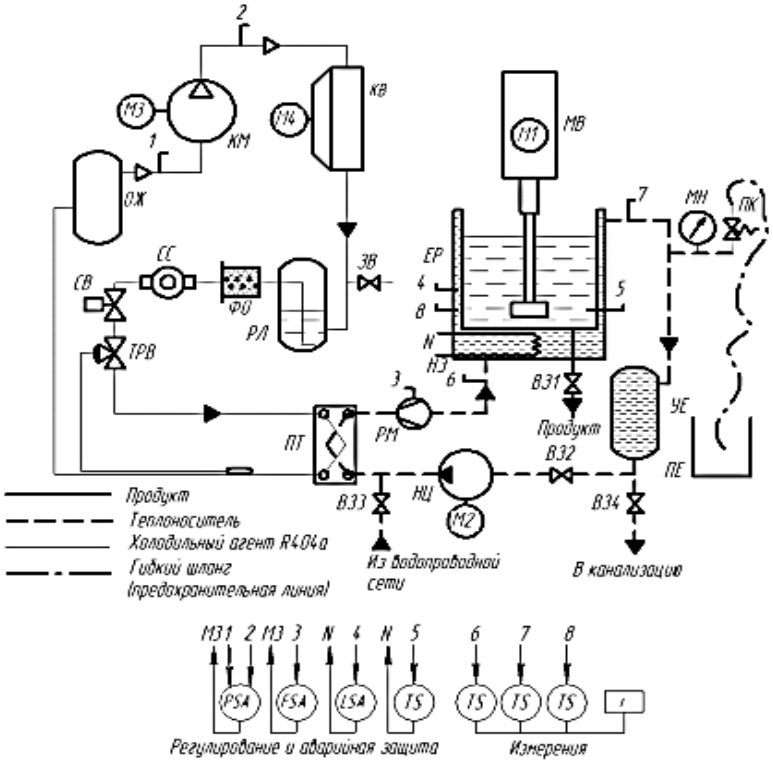
	Наименование образца			
	Образец 1	**г**	**Образец 2**	**г**
1	Агар-агар	6	Каппа-каррагинан	6
2	Глицерин	10	Глицерин	10
3	Дистиллированная вода	300	Дистиллированная вода	300

Технологии производства пленок образца 1 и образца 2 были идентичны и состояли из нескольких этапов.

Этап 1. Дистиллированную воду довели до температуры 95 °С, внесли навеску полисахарида (Раствор 1), 10 мин проводили непрерывное перемешивание при помощи учебно-лабораторного стенда для эмульгирования, смешивания и нагревания пищевых продуктов. (Рис. 1)

Этап 2. К раствору 1 добавили глицерин (Раствор 2), продолжили перемешивание 5 мин при температуре 95 °С.

Этап 3. Раствор 2 охладили до температуры 75 °С. Охлажденный раствор 2 разлили в круглые формы. Далее термостатировали 12 часов при температуре 50 °С. По истечении выдержки охлаждали в эксикаторе.

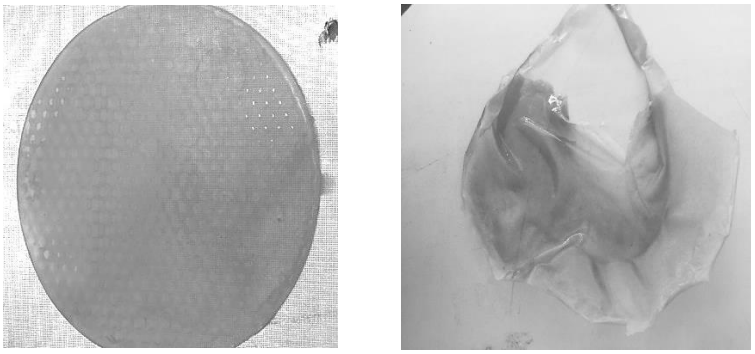


Обоз.	Наименование
МВ	Мешалка высокоскоростная (эмульгатор)
НЭ	Нагревательный элемент (ТЭН)
ЕР	Емкость с рубашкой
НЦ	Насос циркуляционный
КМ	Компрессор
ОЖ	Отделитель жидкости
РЛ	Ресивер линейный
ТРВ	Терморегулирующий вентиль
СС	Смотровое стекло
ПТ	Пластинчатый теплообменник
ФО	Фильтр осушитель
СВ	Соленоидный вентиль
М	Электродвигатель (мотор)
РМ	Расходомер
КВ	Воздушный конденсатор
ВЗ	Вентиль запорный
ЗВ	Заправочный вентиль
УЕ	Уравнительная емкость
МН	Манометр
ПК	Предохранительный клапан (5 бар
ПЕ	Предохранительная емкость

1. Давление всасывания (аварийное), $p_{вс}$, бар;
2. Давление нагнетания (аварийное), $p_{н}$, бар;
3. Реле протока (аварийное, от замораживания теплоносителя), F_a;
4. Датчик уровня (аварийный, от понижения уровня), L_a;
5. Регулирование (поддержание) температуры продукта, $t_{см}$;
6. Температура теплоносителя на входе в рубашку, $t_{тн}^{вх}$;
7. Температура теплоносителя на выходе из рубашки, $t_{тн}^{вых}$;
8. Температура теплоносителя в рубашке, $t_{тн}$.

Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для эмульгирования, смешивания и нагревания пищевых продуктов

На рис. 2 представлены фотоснимки изготовленных пленок из агар-агара (А) и каппа-каррагинана (Б) на момент выгрузки из эксикатора.



А) **Б)**

Рисунок 2 – А – Пленка образца 1 (пленкообразователь – агар-агар); Б – Пленка образца 2 (пленкообразователь – каппа-каррагинан)

Пленка образца 1 была бесцветна, в следствие чего, для ее лучшей идентификации на фотографии, было проведено окрашивание красным пищевым красителем.

Наилучшими органолептическими показателями и механическими свойствами обладала пленка образца 1 – структура плотная; высокая степень эластичности; слегка влажная, прочная; при изгибе не идет на разлом; без выраженного цвета и запаха; по истечении 7 суток хранения (t = + 4 °C) не разлагается, не высыхает. Пленка образца 2 – структура неплотная; низкая степень эластичности и влажности, не прочная; при изгибе ломается, крошится; цвет песочный, свойственный бурым водорослям запах; по истечении 7 суток хранения (t = + 4 °C) полностью высыхает.

Исходя из результатов исследования можно сделать вывод о том, что пленочный материал, изготовленный на основе агар-агара может быть рекомендован для упаковки мяса и мясопродуктов. В дальнейшем планируется проведение испытаний по проверке эффективности применения пленки для увеличения сроков хранения.

Список литературы

1. Quintavalla, S. Antimicrobial food packaging in meat industry / S. Quintavalla, L. Vicini // Meat Science. – 2002. – November, № 62 (3). – P. 373–380.

2. Embuscado, M. Edible films and coatings for food applications / M. Embuscado, K. C. Huber. –USA : Springer Science Business Media, 2009. – 403 p.

3. Using Edible Coating to Enhance Nutritional and Sensory Qualities of Baby Carrots / Y. Mei [et al.] // Journal Food Science. – 2002. – № 67. – P. 1964–1968.

4. Sensory Evaluation of Fresh Strawberries (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings / C. Han [et al.] // Journal Food Science. – 2005. – № 70. – P. 173–178.

УДК 546.57

КОЛЛОИДНОЕ СЕРЕБРО: ОСОБЕННОСТИ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

А. Д. Фокина*, Т. А. Розалёнок**
*Гимназия № 25, г. Кемерово, Россия
**Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Коллоидное серебро известно как природный антибиотик уже многие столетия [1]. Даже наши дальние предки применяли серебряные монеты, чтобы сохранить различные продукты. Серебро – природный элемент, не загрязняющий природу в отличие от других химических дезинфектантов (в т. ч. и органического происхождения). Серебро называют экологически чистым «зеленым» продуктом, который является сильным бактерицидом по отношению к микробам и вирусам, но, стоит отметить, что в отличие от других металлов – гораздо менее токсично для многоклеточных организмов. Что находит подтверждение в последних научных исследованиях отечественных и зарубежных ученых [2–6].

Несколько лет назад интерес к изучению и применению коллоидного серебра для лечения вернулся вновь, поскольку оно способно подавлять рост даже очень устойчивых к антибиотикам бактерий (а также вирусов) [5]. Проблема появления резистентных штаммов возбудителей болезней [6] у людей в последние десятилетия становится особо актуальной, в связи с широким использованием антибиотиков и химических консервантов. Реалии современного темпа жизни: обилие контактов и частые передвижения по городу в общественном транспорте – это те случаи, когда инфекция подстерегает повсюду. В сложившейся ситуации тщательная гигиена становится практически единственным средством, которое позволяет человеку уберечь свое здоровье и здоровье своих детей [7].

Не стоит забывать, что и в медицинских учреждениях необходимость сокращения вирусных инфекций, как и прежде актуальна в связи с ужесточением требований санитарно-гигиенических норм. Так называемыми болезнями «грязных рук» давно уже принято считать не только гепатит и кишечные инфекции, но и грипп, а также прочие респираторно-вирусные заболевания. Разнообразие и частота появления кожных болезней не сильно удивляет, поскольку ежедневно на кожу рук попадает множество болезнетворных бактерий: при рукопожатиях, прикосновениях к деньгам, поручням в автобусе, тележкам в супермаркетах; а также через клавиатуру компьютера, трубку офисного телефона, пульта от телевизора и т.д.

Самым простым и доступным способом защиты от инфекций является постоянное мытье рук с мылом [7], что не совсем удобно в ряде ситуаций, например, на улице или в магазине. И именно для таких случаев разрабатываются разнообразные бытовые дезинфицирующие средства. Специальные антисептические средства применяются и в салонах красоты, и на пищевых производствах, и в образовательных учреждениях.

Известно, что в классических дезинфицирующих средствах в качестве основного действующего вещества используется изопропиловый спирт и его аналоги. Однако, использование спиртов имеет ряд недостатков и в том числе, например, частое использование таких средств может навредить коже рук (сушит кожу, вызывает покраснение, раздражение). Кроме того, действие таких препаратов на основе спиртов имеет не длительное действие – лишь до испарения спирта с поверхности кожи. Хорошей альтернативой дезинфицирующих средств на основе спиртов могут стать препараты, полученные на основе коллоидного серебра [8].

Таким образом, использование препаратов на основе коллоидного серебра с точки зрения бактерицидной защиты окружающей среды, а также непосредственно самого человека, становится актуальной задачей XXI века. Это явление связано с тем, что биоцидная (противомикробная) защита, постоянно действующая и эффективная, нужна каждому: не только работникам медицинских учреждений, учреждений общественного питания и учреждений образования; но и тем, кто просто живет в условиях мегаполиса, т. е. высокой скученности населения.

Целью настоящего исследования является изучение препарата, полученного на основе коллоидного серебра: его особенности, свойства и практическое применение в качестве дезинфицирующего средства для рук.

В рамках теоретической части исследования был осуществлен поиск и анализ литературных данных по изучаемой проблеме, а также подобраны объекты и методы исследования. Рассмотрены такие вопросы, как: химический элемент «Серебро», его основные физические свойства; история возникновения коллоидного серебра; современные исследования отечественных и зарубежных ученых, касающиеся действия ионов коллоидного серебра; понятие «коллоидное серебро»; сферы использования коллоидного серебра в медицине и препаратов на его основе; а также механизмы воздействия ионов серебра на микробную клетку. Кроме того, был осуществлен обзор способов получения коллоидного серебра: от классических до узкоспециальных.

Для осуществления практической части были выбраны санитарно-показательные штаммы микроорганизмов, с помощью которых можно провести исследование бактерицидного действия препарата на основе коллоидного серебра.

Одним из этапов исследования стало проведение анализа влияния полученного препарата на выбранные при проведении литературного анализа штаммы микроорганизмов. Было установлено, что препараты, полученные на основе коллоидного серебра, оказывают выраженное бактерицидное действие по отношению к используемым микроорганизмам.

На основе полученных экспериментальных данных была подобрана оптимальная концентрация используемого раствора коллоидного серебра, при которой достигается максимальная гибель микроорганизмов, и, которая, является оптимальной при использовании в качестве дезинфицирующего средства для рук.

С помощью петрифильмов (3M™Petrifilm) было исследовано санитарно-гигиеническое состояние рук до и после применения препарата, полученного на основе коллоидного серебра. В ходе эксперимента использовали петрифильмы для определения КМАФАнМ, бактерий *S. Aureus, E. Coli*, а также колиформных бактерий (БГКП).

Кроме того, был проведен анализ физико-химических свойств дезинфицирующего препарата, полученного на основе коллоидного серебра.

Список литературы

1. The bactericidal effect of silver nanoparticles / J. R. Morones [et al.] // Nanotechnology. – 2005. – № 16 (10). – P. 2346–2353.

2. Гарасько, Е. В. Биоцидные свойства наноразмерных частиц серебра / Е. В. Гарасько, С. А. Чуловская, В. И. Парфенюк // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. – 2011. – № 3. – С. 22–34.

3. Samberg, M. E. Antibacterial efficacy of silver nanoparticles of different sizes, surface conditions and synthesis methods / M. E. Samberg, P. E. Orndorff, N. A. Monteiro-Riviere // Nanotoxicology. – 2011. – № 5. – P. 244–253.

4. Rozalyonok, T. A comparative study of antimicrobial activity of silver clusters against various microorganisms / T. A. Rozalyonok, Yu. Sidorin // Science Evolution. – 2016. – Vol. 1, № 2. – P. 85–91.

5. Mechanisms of silver nanoparticle release, transformation and toxicity: a critical review of current knowledge and recommendations for future studies and applications / B. Reidy [et al.] // Materials. – 2013. – № 6. – P. 2295–2350.

6. Bactericidal effect of silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria / H. H. Lara [et al.] // World Journal of Microbiology & Biotechnology. – 2010. – Vol. 26 (4). – P. 615−621.

7. Воробьева, А. И. Справочник практического врача. Раздел инфекционные болезни / А. И. Воробьева. – М. : Медицина, 2005. – 404 с.

8. Серебро в медицине / Е. М. Благитко [и др.]. – Новосибирск : Наука-Центр, 2004. – 254 с.

УДК 678.048:351.773.135

УВЕЛИЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ОВОЩЕЙ UV-ОБЛУЧЕНИЕМ

Т. В. Чаплыгина, О. М. Мальцева, А. В. Антошкина, М. В. Антошкина
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В связи с ухудшением экологической обстановки, употреблением некачественной пищи, ростом социальных заболеваний (таких, как курение, алкоголизм, наркомания), человеческий организм подвергается разрушительному воздействию свободных радикалов, что может привести к развитию окислительного стресса, который, в свою очередь, способствует развитию атеросклероза, онкологических заболеваний, диабета, преждевременного старения.

Пагубное воздействие окислительного стресса на организм человека можно предотвратить с помощью потребления достаточного количества природных антиоксидантов, которыми богаты продукты растительного происхождения. Кроме того, овощи, фрукты и ягоды являются источниками витаминов, минеральных солей, микроэлементов, органических кислот, необходимых для нормального функционирования человеческого организма.

Проблема сохранения свежести продуктов и улучшения их качественных характеристик способствует проведению исследований в области безопасных технологий, среди которых особый интерес вызывают методы, основанные на использовании ультрафиолетового излучения.

Известны работы, в которых доказано, что кратковременное облучение свежих плодов или растений в коротковолновом диапазоне приводит к индукции серии биохимических реакций в тканях плодов, стимулирующих биосинтез вторичных метаболитов с антимикробной активностью. Наиболее эффективным инактивирующим действием обладает коротковолновое ультрафиолетовое излучение с длинами волн 200–295 нм (так называемый бактерицидный диапазон спектра). Излучение в этом диапазоне хорошо поглощается как пуриновыми, так и пиримидиновыми азотистыми основаниями ДНК, которая является основной мишенью при мутагенном действии ультрафиолетового излучения на биосистемы.

У УФ-обработанных растений возможна активация защитных механизмов, способствующих образованию биологически активных соединений и увеличению антиоксидантного потенциала. Позитивная роль ультрафиолетового облучения в процессе послеуборочного дозревания и снижения риска порчи продемонстрирована на помидорах, грибах, клубнике, шпинате, брокколи, сладком перце, чернике и др. [1].

УФ-А-облучение относится к безопасной части спектра. Установлено, что различные его виды вызывают усиленный синтез каротиноидов и антоцианов, длительное воздействие уменьшает синтез хлорофилла, а кратковременное – увеличивает, так же увеличивается синтез некоторых биологически активных веществ [2–6].

Исследования показали, что ультрафиолетовое облучение в малых дозах привело к увеличению общих фенольных веществ в плодах персиков [7] и клубники [8], флавоноидов – в ягодах черники [9], красного и винного сортов винограда [10]. Более высокие дозы облучения способствовали увеличению содержания ликопина, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений в процессе хранения спелых помидоров [11].

Получены данные, подтверждающие положительное воздействие ультрафиолетового излучения на содержание мелатонина в съедобных растениях (на примере томатов, клубники и винограда). При употреблении в пищу растений, богатых мелатонином, повышается антиоксидантная способность крови. Мелатонин способен стимулировать иммунную систему, оказывать как прямое, так и косвенное противораковое действие. Исследования показали, что растения, выращенные под солнечным светом, содержат больше мелатонина, чем растения, выращенные при искусственном освещении [12].

Изучалось влияние разных доз облучения на физико-химические и антиоксидантные характеристики созревших плодов томатов (сорта «Буденовка», «Бычье сердце» и «Джина»), огурцов (сорта «Ерофей», «Родничок», «Махаон»), болгарского перца (сорта «Фиделио», «Рапсодия», «Атлантик»), кабачков (сорта «Гольда», «Горный», «Зебра»), выращенных на территории Российской Федерации.

Свежие плоды овощей облучали ультрафиолетовым светом А-диапазона (длины волн 353 нм, 365 нм и 400 нм) в течение 10 мин, 180 мин и 360 мин, после чего контролировали их физико-химические свойства: текстуру, цвет, содержание растворимых сухих веществ, pH, титруемую кислотность, содержание антиоксидантных веществ, в том числе лютеина. Облучение осуществляли при температуре окружающей среды.

Плоды помещали в UV-A камеру (ширина – 700 мм, глубина – 580 мм, высота – 732 мм) непосредственно под UV-A трубчатую лампу (на расстоянии 50 см) для равномерного распределения дозы облучения. Интенсивность освещения составляла 15–20 клк. Контролем служили свежие овощи тех же сортов, не подвергнутые воздействию УФ-света А-диапазона.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что овощи после УФ-А-облучения сохранили многие физико-химические качества – общую растворимость сухих веществ, pH, цвет, титруемую кислотность – с неотрицательной динамикой совокупных антиоксидантных характеристик.

Изменение антиоксидантной активности свежих овощей под действием УФ-А-излучения оценивали по следующим показателям: 1) общему содержанию фенольных соединений; 2) общему содержанию хлорофиллов, каротиноидов, антоцианов, флавоноидов; 3) содержанию индивидуальных соединений – ликопина, лютеина, β-каротина, 4) активности ферментов-антиоксидантов (каталазы, пероксидазы, супероксиддисмутазы, полифенолоксидазы, фенилаланин-аммоний-лиазы).

Опыты показали, что с ростом продолжительности облучения при всех исследуемых длинах волн (353, 365 и 400 нм) происходит увеличение в плодах общего содержания фенольных соединений, содержания каротиноидов, антоцианов и флавоноидов, а так же содержания индивидуальных антиоксидантных соединений (β-каротина, ликопина, лютеина).

При облучении в течение 6 ч свежих плодов томатов разных сортов длиной волны 353, 365 и 400 нм увеличивается по сравнению с контролем содержание фенольных соединений на 13,0–18,0 %, 42,9–55,0 %, 15,0–24,0 %, каротиноидов на 6,0–11,0 %, 24,0–56,0 %, 14,0–16,0 %, антоцианов на 11,0–19,0 %, 28,0–36,0 %,16,0–21,3 %, флавоноидов на 9,5–13,0 %, 28,0–33,0 %, 15,0–22,0 %, β-каротина в среднем на 70,9–71,6 %, ликопина в среднем на 62,6–69,0 %, лютеина в среднем на 64,8–72,0 %, соответственно для разных диапазонов длин волн.

При облучении в течение 6 ч свежих огурцов разных сортов длиной волны 353, 365 и 400 нм увеличивается по сравнению с контролем содержание фенольных соединений на 11,0–13,0 %, 34,0–58,0 %, 15,0–22,0 %. каротиноидов на 8,0–14,0 %, 33,0–44,0 %, 14,0–18,0 %. антоцианов на 10,0–15,0 % 27,0–37,0 %, 14,0–25,0 %, флавоноидов 11,0–15,0 % 29,0–38,0 %, 17,0–19,0 %, β-каротина в среднем на 64,1–71,1 %, ликопина в среднем на 37,8–67,8 %, лютеина в среднем на 63,1–80,0 %, соответственно для разных диапазонов длин волн.

При облучении в течение 6 ч свежих плодов болгарского перца разных сортов длиной волны 353, 365 и 400 нм увеличивается по сравнению с контролем содержание фенольных соединений на 8,0–14,0 %, 55,0–58,0 %, 18,0–23,0 %, каротиноидов на 7,0–11,0 %, 39,0–52,0 %, 13,0–19,0 %, антоцианов на 6,0–13,0 %, 25,0–37,0 %, 9,0–24,0 %, флавоноидов на 8,0–15,0 %, 28,0–52,7 %, 17,0–25,0 %, β-каротина в среднем на 17,6–67,6 %, ликопина в среднем на 58,0–75,0 %, лютеина в среднем на 59,0–65,0 %, соответственно для разных диапазонов длин волн.

При облучении в течение 6 ч свежих кабачков разных сортов длиной волны 353, 365 и 400 нм увеличивается по сравнению с контролем содержание фенольных соединений на 11,0–15,0 %, 46,0–52,0 %, 17,0–19,0 %, каротиноидов на 10,0–14,0 %, 43,0–45,0 %, 16,0–18,0 %, антоцианов на 10,0–12,0 %, 27,0–40,0 %, 17,0–19,0 %, флавоноидов на

10,0–13,0 %, 26,0–38,0 %, 15,0–17,0 %, β-каротина в среднем на 54,8–61,9 %, ликопина в среднем на 54,0–62,1 %, лютеина в среднем на 58,0–70,0 %, соответственно для разных диапазонов длин волн.

У всех овощей увеличивается активность каталазы в среднем на 20,0–34,7 %, пероксидазы – на 18,2–34,8 %, полифенолоксидазы – на 23,8–38,1 %, супероксиддисмутазы – на 23,8–42,7 %, фенилаланин-аммоний-лиазы – на 27,6–60,5 %.

Максимальное повышение количества антиоксидантных веществ наблюдалось при длине волны 365 нм. На основе проведенных исследований можно так же сделать вывод о том, что облучение свежих овощей ультрафиолетом в длинноволновом диапазоне стимулирует активность ферментов-антиоксидантов (независимо от длины волны).

Таким образом, проведенные исследования подтверждают, что ультрафиолетовое облучение способствует улучшению качественных характеристик и росту антиоксидантной активности плодов овощных культур, и может стать основой разработок технологий повышения антиоксидантной активности свежей плодоовощной продукции.

Список литературы

1. Ribeiro, C. Prospects of UV radiation for application in post-harvest technology / C. Ribeiro, J. Canada, B. Alvarenga // Emirates Journal of Food and Agriculture. – 2012. – Vol. 24 (6). – P. 586–597.

2. Effect of Partial Shading Treatments on Anthocyanin Synthesis in the Hypocotyls of Soybean Sprouts Under UV-A irradiation / N. Su [et al.] // Journal of Plant Growth Regulation. – 2017. – Vol.36, iss. 1. – P. 50–59.

3. Chalcone synthase family genes have redundant roles in anthocyanin biosynthesis and response to blue/UV-A light in turnip / B. Zhou [et al.] // Am J Bot. – 2013. – Vol. 100, iss. 12. – P. 2458–2467.

4. Guo, J. Ultraviolet A-specific induction of anthocyanin biosynthesis and PAL expression in tomato (Solanum lycopersicum L.) / J. Guo, M. H. Wang // Plant Growth Regul. – 2010. – Vol. 62. – P. 1–8.

5. Zhang, Z. Z. Three types of ultraviolet irradiation differentially promote expression of shikimate pathway genes and production of anthocyanins in grape berries / Z. Z. Zhang [et al.] // Plant Physiol Bioch. – 2012. – Vol. 57. – P. 74–83.

6. Expression analysis of anthocyanin regulatory genes in response to different light qualities in Arabidopsis thaliana / E. Cominelli [et al.] // J Plant Physiol. – 2008. – Vol. 165. – P. 886–894.

7. UV-C irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage / G. A. Gonzaqlez-Aguilar [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2004. – Vol. 84. – P. 415–422.

8. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit / M. Erkan [et al.] // Postharvest Biology and Technology. – 2008. – Vol. 48. – P. 163–171.

9. Wang, C. Y. Changes of flavonoid content and antioxidant capacity in blueberries after illumination with UV-C / C. Y. Wang, C. T. Chen, S. Y. Wang // Food Chemistry. – 2009. – Vol. 117. – P. 426–431.

10. Monitoring the process to obtain red wine enriched in resveratrol and piceatannol without quality loss / R. F. Guerrero [et al.] // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 122. – P. 195–202.

11. The influence of UV-C hormesis on lycopene, β-carotene, and phenolic content and antioxidant activity of breaker tomatoes / S. Bravo, [et al.] // Food Research International. – 2012. Vol. 49. – P. 296–302.

12. Arnao, M. B. Growth conditions influence the melatonin content of tomato plants / M. B. Arnao, J. Hernandez-Ruiz // Food Chemistry. – 2013. – Vol. 138. – P. 1212–1214.

УДК 641.561

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ В РОССИИ

Д. Д. Щукина, Е. В. Каширских, О. О. Бабич
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Согласно Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 г. прогнозируется увеличение количества населения, занимающегося физической культурой и спортом до 40 %.

Современный спорт характеризуется интенсивными физическими, психическими и эмоциональными нагрузками. В ходе подготовки к соревнованиям спортсмены вынуждены посещать от двух до трех тренировок в день. В связи с таким насыщенным графиком спортивных занятий уделяется недостаточно времени отдыху и восстановлению [1].

Для увеличения спортивной работоспособности и ускорения восстановления после тренировок является целесообразным рациональное потребление специализированных продуктов спортивного питания, в состав которых входит ряд биологически активных веществ.

Спортивное питание – это особая группа пищевых продуктов с заданной пищевой и энергетической ценностью, которые должны быть разработаны с учетом вида спорта и быть представлены в таком ассортименте, который позволяет рассчитать идеальное сочетание пищевых веществ. Такое питание, являясь дополнением к правильной диете, способствует ускоренному достижению оптимальных результатов физических нагрузок. Особенность пищевых продуктов для спортсменов состоит в наличии веществ, которые не представляется возможным полноценно восполнять при тренировках с полной нагрузкой.

Развитие культуры потребления спортивного питания непосредственно зависит от укоренения здорового образа жизни и усиления значимости спорта для населения. Следует отметить, что в России доля населения, регулярно занимающегося спортом, пока ещё значительно меньше, чем в развитых странах, однако последние тенденции позволяют говорить об активном проникновении спорта в жизнь россиян [2].

Сегодня на рынке существует большое количество разнообразных специализированных продуктов для питания спортсменов: белковые (протеиновые порошки, протеиновые батончики), высокоуглеводные (спортивные напитки, энергетические батончики, спортивные гели), белково-углеводные (гейнеры), углеводно-минеральные (энергетические напитки), обогащенные витаминами и минеральными веществами, БАД, в состав которых входят макро- и микронутриенты [3].

Зарубежные препараты имеют репутацию более качественных, поскольку согласно оценкам специалистов, в отечественном спортивном питании не всегда присутствуют заявленные в нем компоненты. Не маловажен тот факт, что при изготовлении спортивного питания российские компании применяют ингредиенты, привезенные из-за рубежа. Как правило, в качестве поставщиков выступают те же самые фирмы, что снабжают сырьем известные во всем мире торговые марки. Однако авторитет импортного спортивного питания дискредитирует подделки известных зарубежных брендов, а также низкое качество неизвестных производителей [4].

Масштабные задачи, поставленные программой импортозамещения, открывают для отечественных производителей широкие возможности. Таким образом, необходимо задуматься о создании и внедрении в производство российских специализированных пищевых продуктов с заданным составом, которые призваны увеличивать выносливость, работоспособность, а также способствовать быстрому восстановлению организма атлета после физической нагрузки, что ведет к улучшению спортивных результатов [5].

Как видно на рис. 1, наибольшим спросом на рынке спортивного питания пользуется протеин – 59 %, далее идут витамины и минералы – 50 %, аминокислоты – 48 %, креатин – 38 %, энергетики – 30 %, гейнеры – 18 %.

Рисунок 1 – Потребительские предпочтения по видам спортивного питания (Источник: Росстат)

Выполняя программу импортозамещения, ведущие российские специалисты разрабатывают современные технологии молочных и молокосодержащих продуктов с добавлением биологически активных ингредиентов для питания спортсменов. Прежде всего это БАДы, при изготовлении которых применяются различные компоненты молока. К такой категории БАД относят концентрат казеина, концентрат сывороточных белков, изолят альбумина и глобулина, а также гидролизаты этих белков [6].

В последние годы в профессиональном и любительском спорте стали широко применяться аминокислоты с разветвленной цепью – BCAA. BCAA – комплекс из трех незаменимых аминокислот: лейцин, изолейцин и валин. Эти аминокислоты служат основным материалом для формирования мышц и составляют 35 % от содержания всех аминокислот в мышцах. Главным полезным эффектом, который достигается при приеме BCAA, является способность снижать субъективное чувство утомления и отсрочить возникновение полного истощения при длительных интенсивных тренировках. BCAA выпускают в виде гранул, таблеток или порошка. Производством BCAA занимаются российские компании «Genetic Lab», «Pure Protein», «RPS Nutrition», «Atech», «RLine» [7].

На рынке пользуются спросом и креатиновые добавки – это такой вид спортивных добавок, основным компонентом которых является креатин – азотсодержащая карбоновая кислота. Главным преимуществом креатина является повышение кратковременных спортивных показателей. Креатин способствует поддержанию высокого уровня быстрого снабжения организма энергией. Он также способствует снижению ионов аммония в плазме крови, который может тормозить физическую деятельность. Креатин позволяет тяжелоатлетам добиваться увеличения мышечной массы. Последние исследования показали, что потребление креатина моногидрата в дополнение к основному рациону атлета улучшает не только результаты занятий, силовые и скоростные показатели, темпы восстановления организма, но и ускоряет потерю жировых запасов. В России креатин представлен такими торговыми марками как «FITNESS FORMULA», «PUREPROTEIN», «BE FIRST» [8].

Важное место в спортивном питании занимают специализированные напитки, задачей которых является восполнение потерь воды в организме во время интенсивных тренировок и соревнований. В состав большинства спортивных напитков входят углеводы, хлор, катионы натрия, калия и магния. За счет добавления различных биологически активных веществ в рецептуру становится возможным повышение функциональных возможностей организма человека. К продуктам такого типа относятся отечественные напитки «Олимп», «Спартакиада», «Виктория», «Эрготон», «Велотон». Часто при производстве таких напитков используются адаптогены – компоненты растительного происхождения [9].

К перспективным направлениям в отечественном производстве спортивного питания можно отнести разработку гейнеров, основу которых составляет белково-углеводная смесь, способствующая ускорению синтеза белка в мышцах в 2 раза эффективнее, чем прием чистого белка. Таким образом, гейнеры являются более предпочтительными для использования с целью набора массы тела, чем другие продукты спортивного питания. Основные производители гейнеров в России – компании «СуперСет», «АКАДЕМИЯ-Т», «RealPump», «Актиформула» [10].

Еще одним видом функциональных продуктов, набирающим популярность в России, являются пищевые спортивные гели. К преимуществам таких гелей можно отнести сбалансированный состав и удобство употребления, поскольку они выпускаются в небольших пластиковых тубах. Наиболее крупным производителем спортивных энергетических гелей является компания ООО «БИО МАСТЕРСКАЯ» [11].

Согласно результатам исследования аналитического агентства IndexBox, при отсутствии резких изменений макроэкономической конъюнктуры наиболее вероятным окажется сохранение существующих тенденций развития рынка. Рост отечественного производства специализированного питания для спортсменов продолжится [12].

Таким образом, возрастающая популярность спорта и здорового образа жизни приведет к увеличению спроса на спортивное питание. Развитию рынка спортивного питания в России также способствует рост уровня благосостояния населения и постоянное расширение ассортимента.

Список литературы

1. Батырев, М. П. Спортивное питание / М. П. Батырев, Т. В. Батырева. – СПб. : Тулома, 2012. – 275 с.

2. Воробьева, В. М. Классификация и характеристика специализированных продуктов для питания спортсменов / В. М. Воробьева, Л. Н. Шатнюк, И. С. Воробьева // Вопросы питания. – 2009. – Т. 79, № 6. – С. 64–68.

3. Полиевский, С. А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов / С. А. Полиевский. – М. : Физкультура и спорт, 2014. – 385 с.

4. Продовольственная независимость России / под ред. А. В. Гордеева. – М. : Технология ЦД, 2016. – 560 с.

5. Пшендин, А. И. Рациональное питание спортсменов. Для любителей и профессионалов / А. И. Пшендин. – СПб. : Олимп, 2003. – 160 с.

6. Тимко, И. В. Энциклопедия спортивного питания / И. В. Тимко. – М. : Физкультура и спорт, 2013. – 275 с.

7. Смышляев, Н. А. Методика применения некоторых специфических медико-биологических препаратов в культуризме / Н. А. Смышляев. – М. : Спортивная медицина, 1990. – 37 с.

8. Рогозкин, В. А. Питание спортсменов / В. А. Рогозкин, А. И. Пшендин, Н. Н. Шишина. – М. : ФиС, 1990. – 160 с.

9. Обеспеченность витаминами-антиоксидантами спортсменов, занимающихся зимними видами спорта / Н. А. Бекетова [и др.] // Вопросы питания. – 2013 – Т. 82, № 6. – С. 49–57.

10. Бастриков, И. А. Медико-биологические аспекты создания и применения специализированных белково-углеводных продуктов питания для спортсменов / И. А. Бастриков // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78, № 6. – С. 78–82.

11. Жуков, А. Д. Спортивная энциклопедия / А. Д. Жуков. – М. : Спортивная медицина, 2012. – 476 с.

12. Анализ рынка спортивного питания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.indexbox.ru.

УДК 57.083.133

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПСИХРОТОЛЕРАНТНЫХ ДРОЖЖЕЙ В БИОТЕХНОЛОГИИ

А.М. Юсупова, З.А. Канарская, А.В. Канарский

Казанский Национальный Исследовательский
Технологический Университет, г. Казань, Россия

Дрожжи - микроорганизмы, используемые человеком на протяжении тысячи лет в хозяйственной деятельности [1]. Дрожжи *Debaryomyces hansenii* являются наиболее распространенным видов среди аскомицетов. Данный вид легко диагностируется по характерным морфологическим признакам: круглые клетки с характерным множественным почкованием, аски с одной круглой аскоспорой.

D. hansenii являются осмотолерантными, они могут расти в среде, содержащей до 4 M NaCl, в то время как рост *S. cerevisiae* ограничивается средах, содержащих менее чем 1,7 M NaCl. *D. hansenii* можно обнаружить в морской воде, сыре, мясе, вине, пиве, фруктах и почве, а также в продуктах с высоким содержанием сахара. Основный особенностью рода *Debaryomyces* является его способность производить протеолитические и липолитические ферменты, способствующие усвоению молочного белка и жира, а также его способность расти при низких температурах и низкой активности воды (Aw) [2]. Поэтому использование психротолерантных дрожжей в биотехнологии перспективно.

Целью данной работы являлось проведение анализа научно-технической литературы, с целью изучения вопроса использования психротолерантных дрожжей в биотехнологии.

В промышленности дрожжи используются как источник белковых и биологически активных веществ. Поиск новых видов дрожжей, которые обеспечат эффективность и безопасность производства белка и БАВ, весьма актуально.

Психрофильные микроорганизмы - культуры, которые обитают в местах с низкой температурой. Выделяют психротолерантные или психротрофные дрожжи, которые способны расти при температурах, близких к точке замерзания воды, однако наибольшую скорость роста имеют при 20 °C и выше. Истинные психрофильные микроорганизмы не способны расти при температуре выше 20 °C [3].

Психрофильные микроорганизмы как правило культивируют при температуре +5 °C, чтобы не вызывать клеточного стресса. В этих условиях отмечается согласованность функционирования ферментативных систем, что обеспечивает стабильный рост микроорганизмов со временем генерации от 2 до 10 ч. При температуре более 20 °C наблюдается сокращение продолжительности генерации, однако снижается количество биомассы и активность внеклеточных ферментов. При культивировании при +5 °C отмечаются более высокие выход биомассы и активность внеклеточных ферментов. Продуктивность психрофильных микроорганизмов при температурах культивирования от 0-30 °C выше, чем мезофильных аналогов. При более высоких температурах происходит денатурация ферментов, выделенных из психрофилов.

При воздействии низких температур на микроорганизмы происходит их адаптация к холоду, сопровождающаяся изменением биохимических процессов: репликации, транскрипции, трансляции и наблюдаются изменение в структуре мембран. В результате происходит изменение физико-химических и каталитических свойств ферментов: снижается гидрофобность и увеличивается заряд на поверхности белковых молекул, что приводит к усилению взаимодействия с растворителями [4].

При микробиологическом исследовании высотных и надземных аэрозолей воздуха выделены психрофильные и психротолерантные микроорганизмы, имеющие оптимум роста при температуре 6-10°C с общей концентрацией для разных высот от $3{,}20\times10^{2}$ до $1{,}13\times10^{5}$

КОЕ/м $^{3.}$ Среди выделенных холодолюбивых изолятов в большем количестве и разнообразии, чем среди мезофиллов, были представлены пигментные неспороносные бактерии родов. *Pseudomonas, Flavobacterium, Arthrobacter, Micrococcus* и пигментные дрожжи родов *Sporobolomyces, Criptococcus* и ряд других. Высокую численность психротолерантных микроорганизмов наблюдали в образцах аэрозолей, взятых как в холодный, так и в теплый период года. Обнаружены как сапрофитные, так и патогенные и условно-патогенные микроорганизмы. Выявлены дрожжи рода *Aureobasidium* активно продуцирующие меланины, перспективные для биотехнологических разработок [3].

Достаточно много сообщений о преобладании *D. hansenii* в местообитаниях с высоким содержанием соли. Этот вид постоянно обнаруживается в морской воде, в гиперсоленых водоемах.

Значительная популяция *D. hansenii* встречается в белковых соленых пищевых продуктах, в частости, в сыре. В этих молочных продуктах это обычный вид дрожжей, наряду с такими видами как *Yarrowia lipolytica, Geotrichum candidum, Kluyveromyces marxianus* и входит в состав микробных пленок, покрывающих особые виды созревающих сыров типа «Камамбер». При созревании подобных сыров происходят сукцессионные изменения микробных комплексов, в которых *D. hansenii* вступает в сложные взаимодействия с другими видами микроорганизмов, ответственных за ферментацию. За счет наличия у *D. hansenii* необычной для большинства дрожжей высокой протеолитической активности, его развитие на сыре приводит к выделению аммония, подщелачиванию среды, стимулированию вторичного роста бактерий и ингибированию других дрожжей.

Показано, что *D. hansenii* обладает антагонистической активностью в отношении ряда плесневых грибов, участвующих в порче молочных продуктов, в частности йогуртов и сыров. Рекомендуется использовать эту культуру дрожжей для биоконтроля этих грибов [4].

D. hansenii встречается на мясных продуктах, в частности, на колбасных изделиях, приготовляемых традиционными способами, включающими период созревания. Это наиболее обычный вид микроорганизмов, развивающихся в растворах для соления мяса и овощей, образующих пленку на поверхности рассолов.

На долю *D. hansenii* приходится большая часть популяции дрожжей, участвующих в различных традиционных ферментациях растительного сырья, в частности оливок.

Присутствие *D. hansenii* на пищевых продуктах и участие этих дрожжей в традиционной ферментации и созревания приводит к выводу о том, что этот вид дрожжей, также как многие расы *Saccharomyces cerevisiae,* является синантропным, однако широко распространенным и в природных местообитаниях.

Обилие *D. hansenii* в субстратах с высоким содержанием солей связано с наличием у этого вида галотолерантности. Показано, что галотолерантность *D. hansenii* обеспечивается множеством механизмов, что позволяет этим дрожжам, расти при концентрации NaCl более 10 % и относить их к одним из наиболее солеустойчивых видов дрожжей.

Солеустойчивость обеспечивается сочетанием ряда свойств, включающими поддержание внутриклеточной концентрации ионов, накопление осмопротекторов, изменение состава мембран и др. Установлено, что цитоплазма клеток *D. hansenii* обладает высокой буферностью, обеспечиваемой активной регуляцией внутриклеточного содержания Na^+ и K^+ за счет особенностей их транспорта через клеточные мембраны.

При солевом стрессе *D. hansenii* поддерживают уровень pH в клетке. В средах с высокой концентрацией NaCl *D. hansenii* активно синтезируют и накапливают в клетках сахароспирты, осмопротекторы, прежде всего глицерин и арабит.

При солевом стрессе изменяется липидный состав мембран дрожжей, степень их насыщенности жирными кислотами, соотношение стеролов и фосфолипидов.

Наряду со способностью к росту при высокой концентрации соли, *D. hansenii* относятся к умеренно алкалотолерантным видам, что редко встречается среди дрожжевых грибов. Показано, что некоторые штаммы *D. hansenii* способны расти при pH 10 и более. При

этом они имеют слабощелочной характер цитоплазмы, что снимает конкуренцию между протонами и ионами натрия за обмен с ионами калия через цитоплазматическую мембрану.

Распространению *D. hansenii* в различных субстратах может способствовать и достаточно высокая для дрожжей гидролитическая активность. Для *D. hansenii* характерна наиболее высокая пектинолитическая активность.

Упоминавшаяся выше способность к образованию активных протеаз также выделяет *D. hansenii* среди других дрожжевых грибов. Нейтральные протеазы активные при pH 5-8 выделены, очищены и охарактеризованы из *D. Hansenii* в работе.

D. hansenii рассматривается в качестве перспективных видов дрожжей для различных областей биотехнологии: для получения литических ферментов (протеазы, эстеразы. супероксиддисмутаза, глюкозидаза, лизоцим, бета - галактозидазы и др. Некоторые штаммы *D. hansenii* способны накапливать до 70 % липидов.

Большинство штаммов *D. hansenii* способно к ассимиляции пентозы за счет высокой активности ксилозоредуктазы. Поэтому этот вид дрожжей рассматривается в качестве продуцента биомассы при культивировании на гидролизатах гемицеллюлоз.

Дрожжи вида *D. hansenii* — перспективный продуцент ксилита из ксилозы. Имеются рекомендации использования дрожжей *D. hansenii* для биотрансформации фенольных соединений и биоконтроля фитопатогенов, например *Botrytis cinerea*.

Исследована возможность использования *D. hansenii* при твердофазной ферментации. Также показано, что при культивировании дрожжи *D. hansenii* способны ассимилировать в качестве источника азота нитриты и нитраты.

Перспективность применения психротолерантных микроорганизмов в биотехнологии нашла отражение в проводимых исследованиях, направленных на получение, прежде всего, ферментов: р-галактозидазы, ксиланазы, а-амилазы, полигалактуроназы, пектинлиазы, пектинэстеразы, пектатлиазы, пектинлиазы, хитиназы, липазы, субтилизина, протеиназы.

Культвирование психротолерантных антарктических бактерий *Alteromonas, Moraxella TA 144, Psychrobacter, Bacillus TA 39* при температуре от -2 до +4°С, показало, что активность секретированых в культуральную жидкость внеклеточных ферментов была максимальной и снижалась при повышении температуры При этом повышение температуры приводило к повышению скорости роста, однако не способствовало увеличению выхода биомассы и активности внеклеточных ферментов.

Психротолерантные дрожжи G. *pullulans 17-1,* которые способны синтезировать внутриклеточную и внеклеточную Р-галактозидазу. В оптимальных условиях на питательной среде из лактозы этот штамм дрожжей синтезирует 17.2 ед/мл активности Р-галактозидазы в течение 120 часов и 25.3 ед /мл в течение 144 часов. Показано, что Р- галактозидаза эффективно гидролизует лактозу при pH 4 в температуре 50 °С.

Культивирование дрожжей *G.pullulans 17-1* в присутствии нитрозогуанидином на питательной среде содержащей 40 г/л лактозы позволяет увеличить активность Р-галоктизидазы до 29.2 ед/мл за 132 часа и 48.1 ед/мл за 144 часа Авторы впервые показали, что применение Р-галоктизидазы, синтезируемой дрожжами *G. pullulans 17-1* в рассматриваемых условиях, эффективно для гидролиза лактозы в сывороточных порошках и молочной сыворотке, и, соответственно, может применяться в пищевой промышленности.

Эффективность культивирования дрожжей *D. hansenii* на питательной среде из мелассы зависит, прежде всего, от штамма. Наиболее продуктивным и эффективно синтезирующим внеклеточный фермент β-фруктофуранозидазу являются дрожжи *D. hansenii* штамм Н4651. Наибольшая продуктивность и эффективность синтеза внеклеточного фермента β-фруктофуранозидаза у дрожжей *D. hansenii* штамм Н4651 проявляется при культивировании на питательной среде из мелассы без дополнительных биогенных веществ при температуре 20 °С. Установлено, что потребление редуцирующих веществ не адекватно количеству синтезируемой биомассы дрожжей *D. hansenii*. Содержание редуцирующих веществ после 50 час культивирования дрожжей *D. hansenii* Н4651 начинает увеличиваться. Наибольшая удельная скорость роста наблюдается у дрожжей *D. hansenii* Н4651 при

температурах культивирования 15 и 20 °С. Выход биомассы дрожжей *D. hansenii* Н4651 превышает выход биомассы при культивировании дрожжей *D. hansenii* штаммов Н433 и Н18-3.

При культивировании на питательной среде из пектина дрожжи *D. hansenii* штамм Н4651 и *G. pullulans* штамм КВ 1-34, проявляют пектиназную активность. Показана возможность глубинной твердофазной ферментации свекловичного жома дрожжами *D. hansenii* штамм Н4651 и *G. pullulans* штамм КВ 1-34, сопровождающаяся биоконверсией пектина в кормовой белок. При глубинной твердофазной ферментации свекловичного жома дрожжи *G. pullulans* штамм КВ 1-34, проявляют также ксиланазную и целлюлазную активность.

Таким образом, анализ научно-технической литературы показал, что использование психротолерантных дрожжей штаммов *D. hansenii* является перспективным направлением в биотехнологической промышленности.

Список литературы

1. Туан Л.А. Применение психротолерантных дрожжей для биоконверсии вторичных ресурсов переработки растительного сырья
2. Туан Ле Ань, Канарский А.В., Канарская З.А., Свиридова Т.В. // Эффективность синтеза β-фруктофуранозидазы дрожжами debaryomyces hansenii при культивировании на питательной среде из мелассы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2016. - №5(47). - С. 191-196.
3. Т.Е. Банницына, Ле АньТуан, А.В. Канарский. Применение дрожжей и продуктов их переработки в пищевой промышленности // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - №4(47). - С. 176-183.
4. Туан Ле Ань, Канарский А.В., Канарская З.А., Свиридова Т.В. // Эффективность синтеза β-фруктофуранозидазы дрожжами debaryomyces hansenii при культивировании на питательной среде из мелассы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2016. - №5(47). - С. 191-196.

УДК 664.689

ГРЕЧНЕВАЯ МУКА В ТЕХНОЛОГИИ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.В. Яремчук, О.П. Рензяев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации в части здорового питания населения страны является обеспечение граждан качественными и безопасными продуктами питания в объемах и ассортименте, достаточных для формирования правильного и сбалансированного рациона. Все большее число граждан проявляют интерес к наиболее полезным продуктам питания, ориентируясь на качество и пищевую ценность, а не количество продукции. Для решения данных проблем необходимо внедрять в производство инновационные разработки в области рецептур и сырьевых ингредиентов [1].

Пшеничная мука - это основной структурообразующий компонент теста. Белки пшеничной муки способны образовывать клейковину и относятся к фракции проламинов и глютелинов. Клейковина муки - это комплекс белковых веществ муки, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу, которая отвечает за формирование характерных структурно-механических свойств теста. Клейковинные белки также содержатся в семенах злаковых растений таких, как рожь, ячмень и овес [2].

Пшеничная мука является основным сырьевым компонентом мучных изделий. Однако она содержит достаточно большое количество крахмала и незначительные количества белков, минеральных веществ, витаминов и пищевых волокон. Это обуславливает невысокую пищевую ценность мучных кондитерских изделий. К приоритетным направлениям развития ассортимента мучных изделий можно отнести производство обогащенной продукции, которая содержит повышенное количество физиологически функциональных ингредиентов. Одним из источников функциональных веществ являются альтернативные виды муки, в том числе гречневая мука.

Гречиха является крупяной культурой, имеющей ценный состав пищевых веществ. Особенностью гречихи и продуктов ее переработки является сравнительно высокое содержание незаменимых аминокислот. Так содержание валина приближено к молоку, а количество лизина превышает пшеницу, рожь, просо. В составе гречневой муки содержится значительно больше кальция, железа и калия по сравнению с мукой пшеничной высшего сорта. Также мука гречневая содержит большее количество витаминов, особенно витамина РР. Кроме того данная культура неприхотлива к условиям выращивания, что позволяет минимизировать использование удобрений при её выращивании. Гречневая мука и продукты ее переработки являются перспективным сырьем для обогащения мучных изделий функциональными ингредиентами [3], [4].

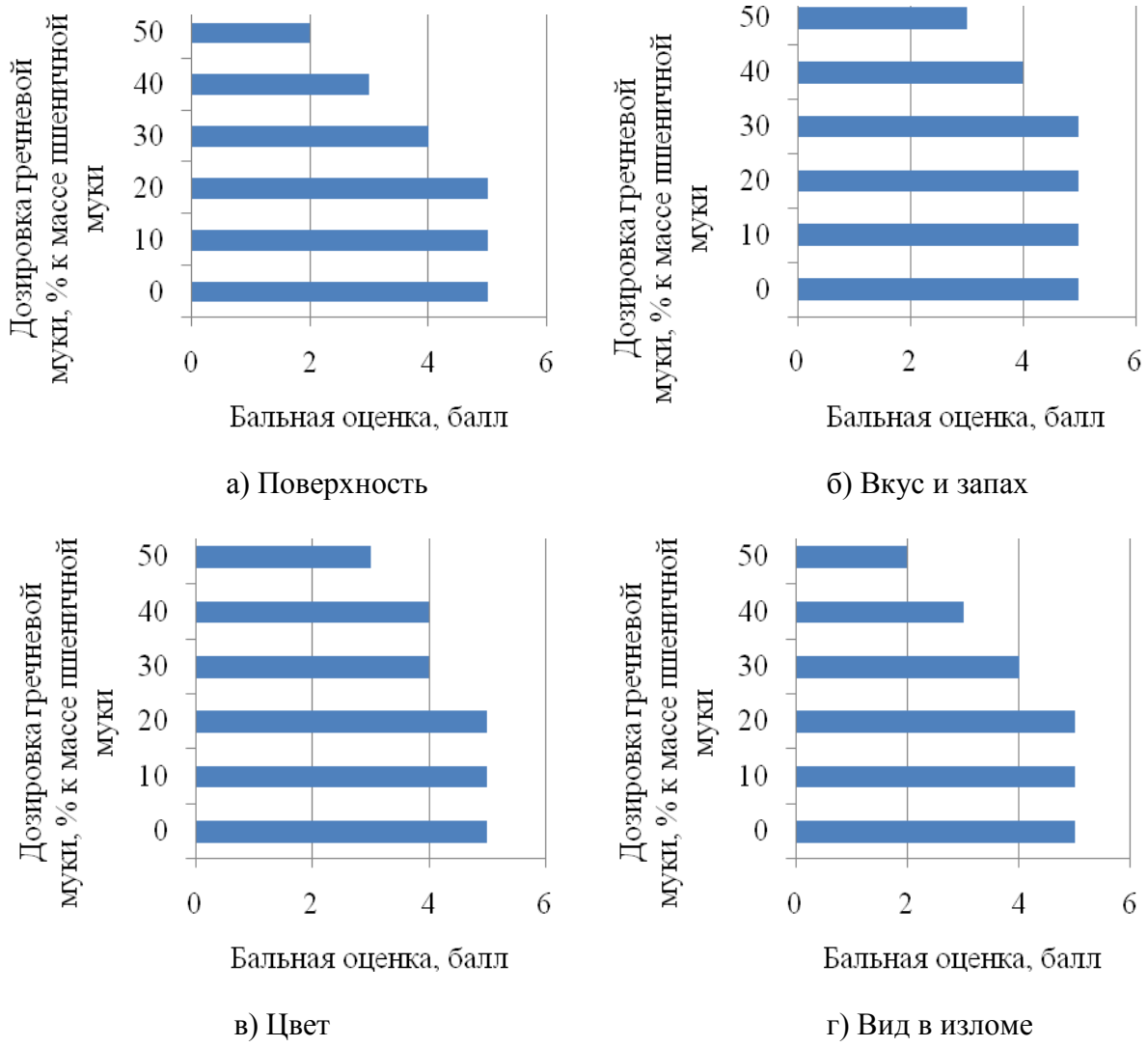
Целью работы является обогащение пряничных изделий путем частичной замены традиционной пшеничной муки высшего сорта гречневой мукой, а также установление оптимальной дозировка гречневой муки для получения изделий наилучшего качества.

В качестве объектов исследования использовались следующие виды сырья: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта ГОСТР 52189-2003, мука гречневая ТУ 9293-003-0069224072-2014, сахар кристаллический ГОСТ 33222–2015, маргарин сливочный ГОСТ 32188–2013, углеаммонийная соль ГОСТ 9325. Мучные смеси для приготовления пряников готовились путем частичной замены пшеничной муки гречневой в дозировках 10, 20, 30, 40, 50 % к массе пшеничной муки в рецептуре контрольного образца.

Пряники заварные готовились по технологии, предусматривающей повышенную температуру сиропа для заварки. Сироп готовился из рецептурного количества сахара и воды нагреванием на водяной бане до температуры 85−90°С при постоянном перемешивании до полного растворения сахара. Готовый сироп с температурой 80−85°С переносился в тестомесильную машину для приготовления заварки, где смешивался с мукой в течение 3−4

минут. Небольшая продолжительность замеса обусловлена высокой температурой сиропа, а также высокой скоростью замеса на лабораторной тестомесильной машине. Кроме того, повышение температуры заварки позволяет значительно сократить технологический процесс производства пряников. После того, как температура заваренной муки достигала температуры 30-36°С, в месильную машину загружался маргарин и углеаммонийная соль и замешивалось тесто в течение 4-5 минут. Готовое заварное пряничное тесто имело влажность 18-23% , температуру 28-36°С и имело однородную консистенцию. Тесто формовалось, после чего тестовые заготовки выпекались в электропечи в течение 12−16 минут при температуре 190−200°С. Выпеченные пряники охлаждались до температуры помещения.

У готовых заварных пряников оценивались такие органолептические показатели, как вкус и запах, структура, цвет, вид в изломе, поверхность, форма изделия в соответствии с патентованной методикой балльной качественной оценки потребительского показателя пряничных изделий [5]. Физико-химические показатели оценивались в соответствии с ГОСТ 15810-2014 «Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия». Результаты оценки органолептических показателей пряников с гречневой мукой представлены на рисунке 1.



а) Поверхность

б) Вкус и запах

в) Цвет

г) Вид в изломе

Рисунок 1 – Зависимость балльной оценки органолептических показателей пряничных изделий от дозировки гречневой муки: а) поверхность; б) вкус и запах; в) цвет; г) вид в изломе

Из представленных на рис. 1 результатов оценки органолептических показателей пряничных изделий видно, что дозировки гречневой муки 10 и 20% к массе пшеничной муки не снижали органолептических показателей пряников.

Также, в ходе работы была определена плотность готовых изделий по методике, изложенной в ГОСТ 15810-2014. Результаты исследования плотности пряников с различными дозировками гречневой муки приведены на рисунке 2.

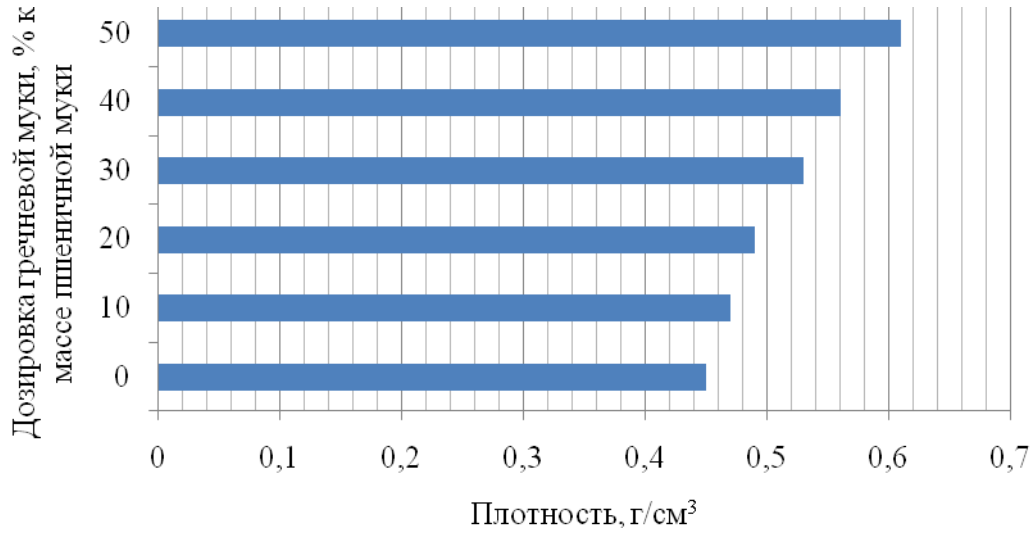


Рисунок 2 – Зависимость плотности пряников от дозировки гречневой муки

Как следует из рис. 2, плотность готовых пряников увеличивается по мере возрастания дозировки гречневой муки в рецептуре, что свидетельствует о снижении эффективности работы разрыхлителей. Дозировки гречневой муки 10 и 20% к массе пшеничной муки позволяли получать пряники с плотностью, отвечающей требованиям ГОСТ 15810-2014. Пряники с частичной заменой 20% пшеничной муки гречневой обладали органолептическими показателями и плотностью, отвечающими предъявляемым требованиям. Физико-химические показатели пряников с заменой 20% пшеничной муки гречневоймукой представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества пряников, приготовленных с использованием гречневой муки

Показатели	Требования ГОСТ 15810-2014	Значения для образцов пряников с использованием гречневой муки, % к массе пшеничной муки	
		0 (контроль)	20
Массовая доля влаги, %	от 8,5 до 16,0	12,5	11,4
Массовая доля общего сахара (по сахарозе) в пересчете на сухое вещество, %	не менее24,0	64,8	65,1
Плотность, г/см^3	от 0,35 до 0,55	0,45	0,49
Намокаемость, %	не менее180,0	212,0	193,0
Массовая доля жира, в пересчете на сухое вещество, %	не более15,0	9,2	9,1
Щелочность, градусы	не более2,0	1,7	1,6

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что пряники с заменой пшеничной муки гречневой мукой в количестве 20% соответствуют требованиям по органолептическим и физико-химическим показателям.

Сравнительный анализ пищевой ценности пряников с использованием гречневой муки представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Пищевая ценность пряников, приготовленных с использованием гречневой муки, в г/мг на 100 г готовых изделий

Пищевые вещества	Пряники с использованием гречневой муки, % к массе пшеничной муки	
	0 (контроль из пшеничной муки)	20
Белок, г	5,77	6,07
Пищевые волокна, г	-	0,30
Калий, мг	67,45	68,30
Кальций, мг	12,10	14,65
Магний, мг	9,05	12,45
Фосфор, мг	46,68	64,10
Железо, мг	0,74	1,03
Витамин В1, мг	0,09	0,11
Витамин В2, мг	0,02	0,05
Витамин РР, мг	0,65	1,25
Витамин Е, мг	3,02	3,30

Таким образом, замена 20% пшеничной муки гречневой мукой в рецептуре заварных пряников не только позволяет получать изделия, отвечающие требованиям по органолептическим и физико-химическим показателям качества, но и обогатить их состав белком и пищевыми волокнами. Повысится содержание микронутриентов, так как в составе гречневой муки содержится значительно больше кальция, железа и калия по сравнению с мукой пшеничной высшего сорта. Также мука гречневая содержит большее количество витаминов, особенно витамина РР.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р О Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г. утв. распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р).

2. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины [Текст]: ГОСТ 27839-2013. - Введ. 2014-07-01. - М.: Стандартинформ, 2014. - 20 с.

3. Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий: научные основы, технологии, рецептуры [Текст] / С.Я. Корячкина.– Орел: Изд-во «Труд», 2006.– 480 с.

4. Никифорова, Т.А. Перспективы использования гречневой мучки в производстве хлебобулочных изделий [Текст] / Т.А. Никифорова // Кондитерское и хлебопекарное производство. - 2017. - №9. - С. 6-7.

5. Способ качественной оценки потребительского показателя изделий кондитерских пряничных [Текст]: пат. 2294538 Рос. Федерация: МПК G01N33/02, A21D13/08 / Попова О.Г.; заявитель и патентообладатель Краснодар, Кубанский государственный аграрный университет. - № 2005117595/13; заявл. 07.06. 05; опубл. 27.02.07. Бюл. № 6. – 4 с.

УДК 621.56:637.52

ОХЛАЖДЕНИЕ МЯСА КРОЛИКА СНЕГООБРАЗНЫМ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА ПРИ ЕГО ТРАНСПОРТИРОВКЕ В ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННОМ КОНТЕЙНЕРЕ

Н. Э. Алдаматов, А. Н. Гринюк
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В современном обществе существенно увеличился спрос на охлажденное мясо кролика, так как оно обладает низким содержанием жира и холестерина, по витаминному и минеральному составу превосходит почти все иные виды мяса. Мясо кролика практически несравнимо с другими видами, так как обладает богатым витаминным составом, содержит большое количество минеральных веществ. Благодаря органолептическим свойствам, биологической ценности, нежности мяса, его рекомендуют людям, страдающим заболеваниями сердечно-сосудистой системы, гипертонией, сахарным диабетом, болезнями желудочно-кишечного тракта, желчных путей, аллергикам, в послеоперационный период ослабленным больным [1].

В пищевой промышленности производство пищевых продуктов, в том числе мясных, делится на определенные этапы, такие как разделка, термическая обработка, хранение, транспортировка, реализация и т. д.

Транспортировка пищевых продуктов является одной из немаловажных составляющих в цепи пищевой промышленности.

По степени распространения все методы транспортировки пищевых продуктов делятся на автомобильный, железнодорожный, морской и авиационный.

Существует ряд технологий, при помощи которых осуществляется транспортировка пищевых продуктов. Данные технологии можно разделить на традиционные и нетрадиционные.

При традиционных технологиях транспортировки пищевых продуктов поддержание температурного режима в кузове транспортирующего устройства осуществляется за счет стандартной холодильной машины, работающей по замкнутому циклу.

Достоинством традиционных методов транспортировки является неограниченный срок доставки продукта, так как холодильная машина, снабжающая холодом перевозимые продукты, может работать без ограничений по времени. Однако данное достоинство требует дополнительных энергетических потерь, затрачиваемых на привод вала компрессора холодильной машины. Так как термическая обработка в кузове происходит в большинстве случаев воздушным способом с принудительной конвекцией, то во время транспортировки происходит значительная усушка мяса, вследствие чего продукт теряет свой товарный вид.

При нетрадиционных методах для поддержания температурного режима в кузове транспортирующего устройства используются разного рода вещества в различных агрегатных состояниях. К таким веществам относятся азот, диоксид углерода, лед и т. п.

Специально оборудованный транспорт, имеющий временный источник холода (например, водяной лед), также имеет распространение среди некоторых пищевых продуктов при их охлаждении. Данный вид транспортировки не несет в себе энергетические, а следовательно, и экономические затраты, так как теплота, поступающая от продукта, отводится временным источником холода. В случае, когда таким источником холода является водяной лед, данный способ транспортировки является также и одним из самых экономичных и экологически безопасных способов, но обладает рядом недостатков: лед занимает значительную часть полезного объема кузова автомобиля, затрачивается значительное количество электроэнергии на его получение в ледогенераторах, а также возникают сложности с поддержанием санитарных требований в объеме кузова. Транспортировка охлаждающего льда вследствие его большой массы также несет в себе энергетические потери, затрачиваемые на привод вала двигателя транспортирующего устройства.

В данной статье предлагается технология охлаждения транспортируемого мяса кролика в среде снегообразного диоксида углерода, которая позволяет устранить часть недостатков, возникающих при транспортировке мяса другими методами.

Транспортировка мяса с использованием снегообразного диоксида углерода значительно снижает усушку мяса, а создаваемая при сублимации снегообразного CO_2 воздушно-газовая среда предотвращает ухудшение качества продукта до минимума. Отсутствуют энергетические потери, затрачиваемые на привод двигателей транспортирующих устройств вследствие относительно малой массы загружаемого снегообразного диоксида углерода и охлаждаемых машин.

Разработанная технология транспортировки мяса отлично вписывается в предложенное новое соглашение, которое начнет действовать с 2020 г., цель которого – ограничить рост средней температуры на планете на 2 °С. Среди предложений российской делегации – ввести экономические инструменты, в том числе внутреннюю «цену на углерод», то есть плату за выброс углекислого газа. Ведется также речь о том, что с 2018 г. планируется начать мониторинг промышленных предприятий по выбросам, который будет производиться в три подготовительных этапа. Сначала Минприроды подготовит методику отчетности предприятий по выбросам парниковых газов, а Минэкономразвития – проект закона об обязательности такой отчетности. Затем компании, выбросы которых превышают 150 000 т CO_2 – эквивалента в год, должны будут до конца 2018 г. обеспечить передачу Росприроднадзору сведений о выбросах. К началу 2019 г. представлять отчетность будут уже все компании с выбросами более 50 000 т. Как только будет создана система отчетности и проверки данных о выбросах, власти будут готовы обсуждать введение в России «цены на углерод», т. е. сбора за выбросы [2].

Таким образом, в будущем ожидается спрос промышленных предприятий на всевозможные способы утилизации бросовых парниковых газов, в том числе углекислого газа.

Для внедрения данного метода в промышленность как одного из способов утилизации углекислого газа нами был разработан макет мобильного контейнера для холодильной обработки тушек кролика снегообразным диоксидом углерода во время транспортировки и проведены исследования режимов его работы.

На рис. 1 показан предлагаемый макет, общий вид.

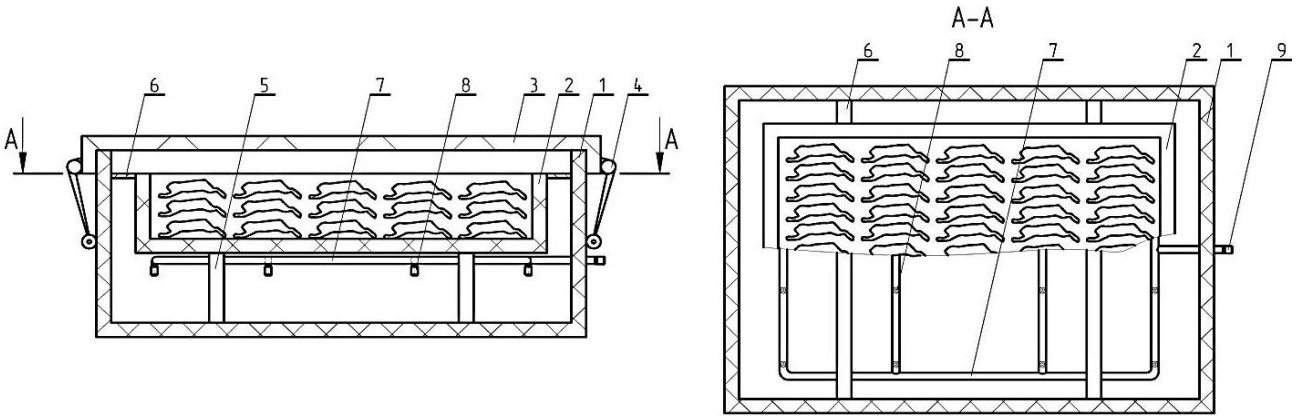


Рисунок 1 - Контейнер для транспортировки мяса кролика в среде снегообразной углекислоты

Контейнер для транспортировки мяса кролика, представленный на рис. 1, состоит из внешнего теплоизолированного контура (1), внутреннего теплоизолированного контура (2), крышки внешнего контура (3), фиксаторов (4), опор (5), перегородок (6), распределительных труб (7), дросселирующих форсунок (8), входного патрубка подачи жидкого CO_2 (9).

Принцип действия контейнера заключается в следующем.

Охлаждаемый продукт укладывается во внутренний теплоизолированный контур (2). Внутренняя полость контейнера изолируется от внешней окружающей среды путем закрытия

внешнего теплоизолированного контура (1) крышкой (3). Источник с жидкой углекислотой подключается к входному патрубку подачи (9). Углекислота подается во внутреннюю часть контейнера по распределительным трубам (7). Углекислый газ, проходя через дросселирующие форсунки (8), изменяет свое агрегатное состояние из жидкого в снегообразное. Опоры внутреннего теплоизолированного контура (5) с перегородками (6) образуют свободное пространство, которое в последующем заполняется снегообразной углекислотой. Перегородки (6) также не позволяют дросселирующемуся снегу попасть во внутренний теплоизолированный контур, а вследствие – и на поверхность транспортируемого продукта.

В результате отвода теплоты, загруженной снегообразным диоксидом углерода, на поверхности продукта во время транспортировки происходит охлаждение. При этом подмораживание верхних слоев мяса не происходит благодаря внутреннему теплоизолированному контуру (2). Внешний теплоизоляционный контур (1) совместно с крышкой (3) предотвращает интенсивную сублимацию снегообразной углекислоты, препятствуя теплопритокам из окружающей среды.

В разработанном макете были проведены эксперименты для исследования изменения температурного поля, плотности теплового потока охлаждаемого продукта и длительности сублимации снегообразного диоксида углерода.

Контроль температуры исследуемого образца в процессе охлаждения и температуры в камере осуществляли по показаниям электрического контроллера температуры ТРМ-138, который имеет диапазон температур от +30 до −90 °С. В качестве чувствительного элемента использовали хромель-копелевые термопары с диаметром спая $0{,}3 \cdot 10^{-3}$ м. Плотность теплового потока измеряли при помощи измерителя плотности тепловых потоков марки ИПП-2. В качестве чувствительного элемента применяли зонд теплового потока с диаметром преобразователя теплового потока 0,027 м и толщиной 0,0019 м.

Термограмма процесса охлаждения тушки кролика массой 1,3 кг при температуре окружающей среды 35 °С и схема установки термопар представлена на рис. 2.

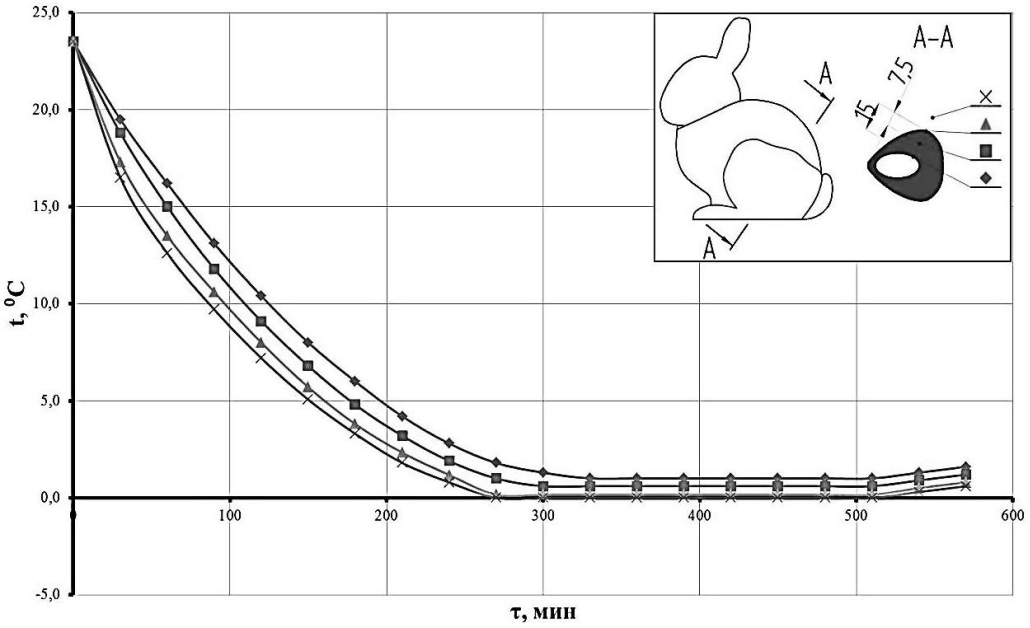


Рисунок 2 - Термограмма процесса охлаждения тушки кролика массой 1,3 кг при температуре окружающей среды 35 °С

Количество загруженного снегообразного диоксида углерода составило 3,5 кг. Время сублимации диоксида углерода составило 570 минут. В конце сублимации углекислоты температура в толще мышц бедра у костей составила 1 °С, при этом температура в толще мышц бедра в среднем сечении устанавливается в пределах 0,6 °С, а охлаждение наружного

слоя происходит достаточно эффективно и в конце процесса сублимации составляет 0,1 °С. При этом температура между изолированными камерами составила 0 °С.

Время достижения нормируемой температуры охлажденного мяса кролика составило 210 минут.

Проанализировав полученную термограмму (рис. 2), можно сделать вывод, что в течение первых 270 минут процесс охлаждения всех слоев бедра тушки происходит интенсивно в связи с тем, что разница температур газовой среды диоксида углерода и тушки кролика большая.

По истечению 270 минут процесс охлаждения наружного поверхностного слоя бедра тушки переходит в стадию стагнации и сохраняется вплоть до 510 минуты. Это связано с тем, что оставшийся к моменту начала данного процесса снегообразный диоксид углерода сублимирует, отводя теплоту, поступающую от окружающей среды через ограждающие конструкции внешнего теплоизолированного контура, снижая теплоотвод от тушки кролика. При этом, достигнутая неизменная температура наружного поверхностного слоя бедра тушки практически равна температуре газовой среды CO_2, так как между газовой средой диоксида углерода и наружным поверхностным слоем бедра тушки отсутствуют какие-либо термические сопротивления из-за их непосредственного контакта друг с другом.

Температура в толще мышц бедра в среднем сечении сопровождается такой же динамикой, как в случае с наружным поверхностным слоем. Однако время перехода процесса охлаждения в стадию стагнации достигается на 30 минут дольше. Это объясняется термическим сопротивлением в толще мышц между наружным поверхностным слоем и слоем, расположенном в среднем сечении, отвод теплоты, которой требует более длительного времени. Стадия стагнации в данном сечении сохраняется также до 510 минуты.

Процесс охлаждения в толще мышц бедра у костей проходит аналогично процессам охлаждения в толще мышц в среднем сечении и на наружном поверхностном слое бедра тушки. Время перехода процесса интенсивного охлаждения в стадию стагнации достигается на 20 минут дольше по сравнению с толщей мышц бедра в среднем сечении. Это объясняется термическим сопротивлением в толще мышц между наружным поверхностным слоем и слоем мышц, расположенных у костей.

Дальнейшее понижение температуры тушки кролика не требуется, так как, согласно ГОСТу, нормируемая температура охлажденного мяса кролика должна находиться в диапазоне от −1,5 до +4 °С [3].

Начиная с 510 минуты, температура газовой среды CO_2, а также всех слоев бедра тушки кролика начинает повышаться вследствие того, что весь загруженный снегообразный диоксид углерода полностью сублимировал и теплоприток, возникающий через ограждающие конструкции внешнего теплоизолированного контура, начинает повышать температуру газовой среды CO_2, а следовательно, и температуру тушки в целом.

На рис. 3 изображен график плотности теплового потока при охлаждении кролика массой 1,3 кг с подачей снегообразного CO_2 в межкамерную полость при $t_{o.c.}$ = 35 °С.

Анализируя экспериментальные данные, получаем, что среднеинтегральное значение плотности теплового потока $q_{ср}$= 29,9 Вт/м², максимальное значение плотности теплового потока q_{max}=160 Вт/м².

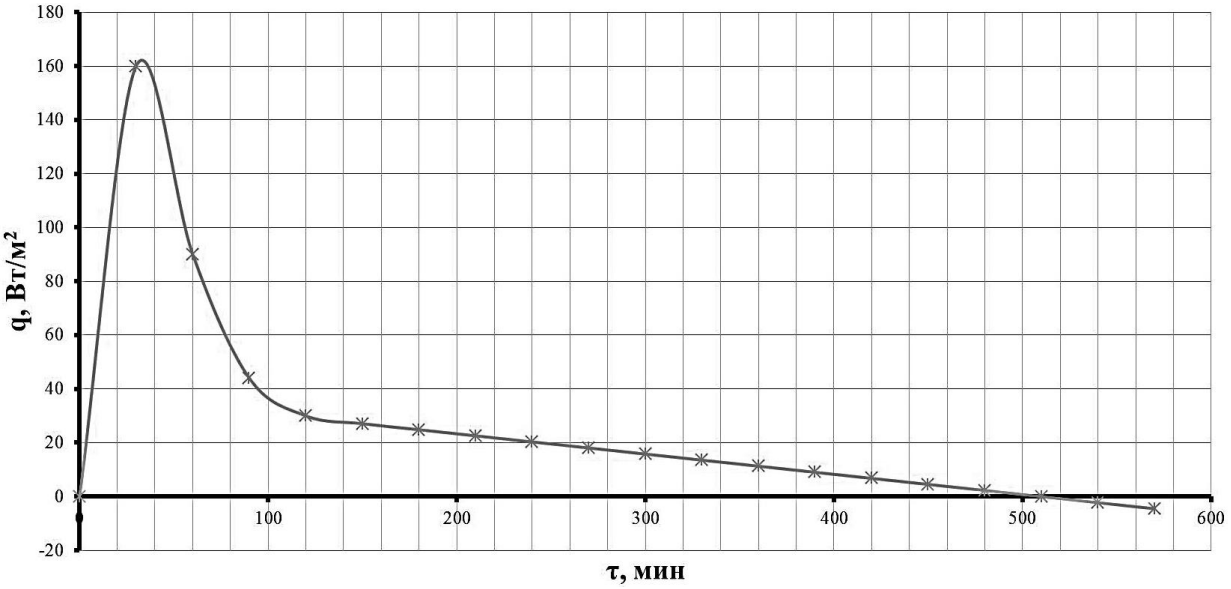


Рисунок 3 - График изменения плотности теплового потока при охлаждении тушки кролика массой 1,3 кг при $t_{о.с.}$ = 35 °С

В течение первых 30 минут эксперимента наблюдаются резкий скачок и максимальное значение теплового потока, так как в данный промежуток времени разница температур между внутренней поверхностью тушки и диоксидом углерода максимальна и процесс теплоотвода наиболее интенсивен.

В период с 30 по 120 минуту фиксируется резкое падение значения плотности теплового потока вследствие того, что температура тушки кролика начинает интенсивно снижаться.

После окончания процесса сублимации, начиная с 120 и заканчивая 510 минутой, значение плотности теплового потока приближается к нулевому значению, так как плотность теплового потока прямо пропорциональна градиенту температур между поверхностями теплообмена (в соответствии с законом Фурье) [1].

С 510 минуты температура тушки начинает увеличиваться, а значение плотности теплового потока начинает принимать отрицательные значения, так как процесс сублимации загруженного в полость между теплоизолированными контурами снегообразного диоксида углерода завершился в данный момент.

Таким образом, данный метод транспортировки мяса кроликов позволяет сократить энергетические затраты путем использования двуокиси углерода в качества охлаждающей среды, а нормируемый температурный режим в контейнере – поддерживать за счет сублимируемого снегообразного диоксида углерода. Также во время проведенных исследований практически не наблюдается усушка мяса, заметна сохранность товарного вида продукта.

Список литературы

1. Неверов, Е. Н. Применение диоксида углерода для охлаждения тушек кролика [Электронный ресурс] / Е. Н. Неверов, А. Н. Гринюк, Н. Г. Третьякова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/129-22318.

2. Ведомости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2015/11/17/617269-dengi-uglekislii-gaz(25.01.2018).

3. ГОСТ 27747-2016. Мясо кроликов (тушки кроликов, кроликов-бройлеров и их части). Технические условия. – Введ. 2018.01.01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 9 с.

УДК 681.51:661.21

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ОДНОКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЛАВЛЕННОЙ СЕРЫ В СБОРНИКЕ ЧИСТОЙ СЕРЫ

С. Г. Александров
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Системы автоматического регулирования состоят из технологического объекта управления (ТОУ) и элементов управления, посредством которых осуществляется воздействие на ТОУ при изменении регулируемой переменной. Регулируемые переменные изменяются под влиянием управляющих или возмущающих воздействий. Цель регулирования – сформировать такие законы регулирования, которые способны поддержать регулируемую переменную на значении, практически не отличающимся от заданного. Синтез системы автоматического регулирования осложнен наличием возмущающих (случайных) воздействий со стороны окружающей среды.

Процесс плавления серы необходим при производстве сернистого газа на КАО «Азот». Качество продукта и производительность технологической линии осуществляются поддержанием заданных температурных режимов. Нарушение температурного режима приводит к застыванию серы и нарушению однородности консистенции. Это приводит к выводу из строя технологического оборудования. Таким образом, чтобы обеспечить бесперебойную работу оборудования, необходимо поддерживать температуру технологического процесса на требуемом уровне.

В качестве технологического объекта управления (ТОУ) выбран сборник чистой серы и контур регулирования температуры серы (рис. 1).

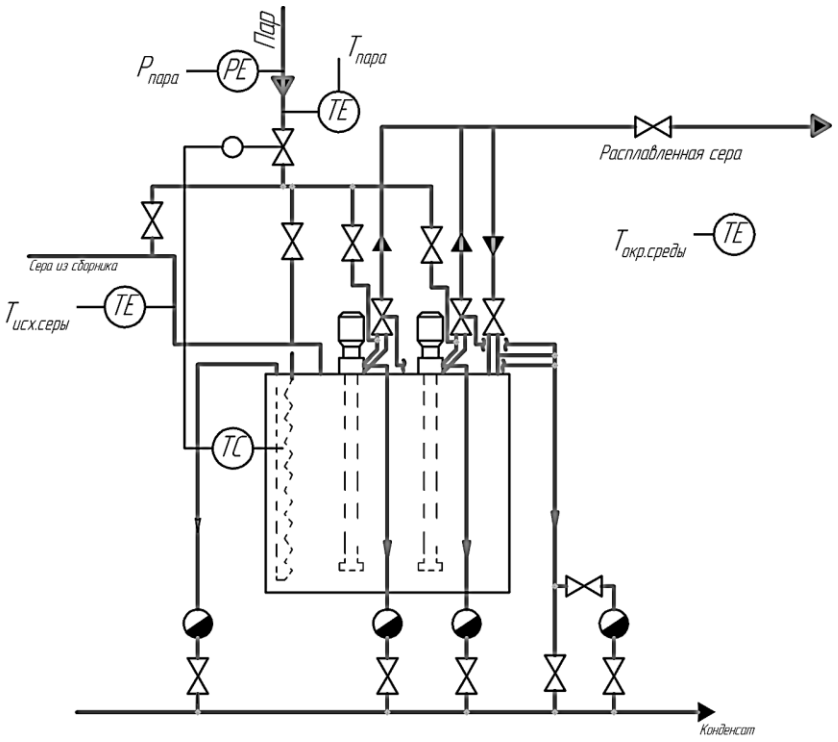


Рисунок 1 – Схема технологического объекта управления

$T_{исх.серы}$ – начальная температура серы, поступающей в сборник, °С; $T_{пара}$ – температура пара, поступающего в змеевик сборника, °С; $P_{пара}$ – давление пара, поступающего в змеевик, МПа; $T_{окр.среды}$ – температура окружающей среды, °С.

Управляющий канал описывается передаточной функцией апериодического звена второго порядка с запаздыванием (1).

$$W(S) = \frac{k}{(T_3 \cdot S + 1)(T_4 \cdot S + 1)} \cdot e^{-\tau \cdot S}, \quad (1)$$

где k – коэффициент усиления объекта, °С/%х.р.о.;

T_3, T_4 – постоянные времени объекта, мин;

τ – время запаздывания, мин.

Параметры передаточной функции получены экспериментально (табл. 1).

Таблица 1 – Параметры передаточной функции по управляющему каналу

k, °С/%х.р.о.	T_3, мин	T_4, мин	τ, мин
1,44	0,44	0,46	0,034

Расчет одноконтурной САР температуры расплавленной серы в сборнике выполнен в программе IPC-CAD. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1. Параметры настройки регулятора и показатели качества регулирования приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты расчета системы автоматического регулирования

Типовой процесс	Параметры настройки ПИД регулятора			Показатели качества регулирования		
	k_p, %х.р.о./ %шк.у	$T_{из}$, мин	$T_{пр}$, мин	$y_д$, %шк.у	ψ	t_p, мин
Апериодический	3,286	0,504	0,126	0,203	0,995	1,19
С умеренным затуханием	5,273	0,377	0,094	0,138	0,987	0,793
Колебательный	11,356	0,274	0,069	0,07	0,989	0

k_p – коэффициент усиления регулятора, %х.р.о./ %шк.у; $T_{из}$ – время изодрома, мин; $T_{пр}$ – время предварения, мин; $y_д$ – динамическая ошибка, %шк.у; ψ – степень затухания; t_p – время регулирования, мин.

Степень затухания всех типовых процессов выше 0,75, поэтому выбран колебательный процесс, для которого динамическая ошибка минимальна.

Прямые показатели качества регулирования для колебательного процесса не вышли за допустимые пределы, поэтому систему автоматического регулирования можно считать малочувствительной к изменению характеристик объекта управления.

Степень затухания колебательного процесса также выше 0,75, поэтому можно сделать вывод, что система автоматического регулирования имеет достаточно большой запас устойчивости.

Передаточная функция ПИД-регулятора имеет вид (2).

$$W_p(S) = k_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_{из} \cdot S} + T_{пр} \cdot S\right)$$

$$W_p(S) = 11{,}356 \cdot \left(1 + \frac{1}{0{,}274 \cdot S} + 0{,}069 \cdot S\right) \quad (2)$$

Параметры настройки регулятора реальным объектом могут быть получены с помощью известных алгоритмов адаптации.

УДК655.245(571.17)

АНАЛИЗ ЛОГОТИПОВ КЕМЕРОВСКИХ МЕБЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ

Ю. Г. Аржакова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Сегодня на российском мебельном рынке из-за снижения потребительского спроса на продукцию конкуренция сильно обострилась. Главной сложностью в конкурентной борьбе является привлечение и удержание покупателей [1]. Для этого любой компании необходимо определить основные факторы, которые будут являться мотивацией для клиента. Одним из таких факторов является создание фирменного стиля предприятия, так как он является основой коммуникационной политики, одним из средств борьбы за потребителя.

Создавая свой стиль, компания получает возможность заявить о себе, создать у заказчика определенный собственный образ, сформировать индивидуальный имидж, повысить свою узнаваемость, а главное – не затеряться среди конкурентов. Фирменный стиль – это единые принципы построения оформления, использования цветовых сочетаний и образов для всех видов рекламы, деловой документации, офиса и даже одежды сотрудников, которые улучшают восприятие фирмы и ее запоминаемость.

В настоящее время фирменный стиль является обязательным элементом любой солидной компании в разных отраслях производства, независимо от ее размеров и направления основной деятельности.

Одной из таких фирм является Кемеровская компания «4 комнаты», занимающаяся производством мебели на заказ.

Руководством данной компании была поставлена задача разработать фирменный стиль, позволяющий показать ее основные конкурентные преимущества.

Первое, с чего начинается разработка фирменного стиля, – это создание логотипа. Логотип – это эмблема, которая создает визуальный образ компании. Это первое, на что обратит внимание потребитель, поэтому логотип должен быть запоминающимся, читаемым и раскрывающим основное направление деятельности предприятия.

Для того чтобы будущий логотип компании «4 комнаты» не затерялся среди конкурентов и был индивидуален, рассмотрим логотипы существующих мебельных компаний в г. Кемерово и Кемеровской области, которые занимаются изготовлением мебели на заказ. Из большого числа мебельных фирм выделим три компании, лидирующие по количеству продаж. Такими компаниями являются ООО «Мебель групп», ООО «Юргинская мебельная компания» и ООО «Академия уюта».

Первая компания, логотип которой мы рассмотрим, – это «Мебель-Групп». Она существует на рынке с 2006 года и специализируется на изготовлении встроенной и корпусной мебели. Ее логотип представлен на рис. 1.

Первое, что бросается в глаза, – это название компании. Благодаря использованию крупного и незамысловатого шрифта потребитель без труда сможет его прочесть. И это, несомненно, является положительной стороной данного логотипа.

Оригинально выполнена его знаковая часть. Латинские буквы M и G – первые от названия компании «Мебель-Групп» – выведены в трехмерное пространство и создают ощущение объема.

Хорошо сочетаются между собой подобранные цвета – разные оттенки зеленого, так как этот цвет смягчает, оказывает расслабляющее действие. Поэтому логотип воспринимается легко, приятен для глаз.

Знаковый и текстовый элементы логотипа придерживаются единой композиции и взаимодействуют друг с другом.

Рисунок 1 – Логотип компании «Мебель-Групп»

Несмотря на все преимущества, можно отметить следующие минусы. Название компании написано на латинице, что не очень уместно при ориентации на российского потребителя. К тому же если слово «группа» написано на английском, то слово «мебель» в английском языке имеет другое написание – «furniture». Из этого возникает вопрос, насколько уместно странное сочетание английского и русского слов на латинице?

Другим минусом является то, что данный логотип из-за использования различных оттенков одного цвета будет сложно перевести в монохромную версию. Такая необходимость может появиться при отсутствии возможности полноцветной печати. Например, при оформлении бланка факса.

Вторая фирма, чей логотип мы рассмотрим, – Юргинская мебельная компания, занимающаяся производством корпусной мебели с 2006 года. Ее логотип представлен ниже (рис. 2).

Рисунок 2 – Логотип Юргинской мебельной компании

Данный логотип можно отнести к аббревиатурным, так как за основу взяты первые заглавные буквы названия компании. Подобранный шрифт мягкий, понятный, прост для восприятия. Под буквами располагаются две ломаные линии в виде уголка. Этот уголок является частью едва заметного серого контура буквы Ю, который создает ощущение некоторой вибрации логотипа. Наличие контура позволяет собрать композицию в единое целое.

Плюсом является то, что яркий пурпурный цвет сразу обращает на себя внимание потребителя, а простота выполнения логотипа уравновешивает его общее восприятие. В целом, логотип легко запоминается.

Минусом является то, что без нижней подписи «корпусная мебель», сложно угадать основную деятельность компании. При этом на контрасте пурпурного серая надпись выглядит невзрачной. При взгляде на логотип с большего расстояния она совсем потеряется. Потребитель, который раньше не сталкивался с данной компанией, так и не поймет, что значит «ЮМК».

Третьей компанией, которая занимается изготовлением мебели на заказ, является «Азбука Мебели». Рассмотрим ее логотип (рис. 3).

Этот логотип отличается от остальных тем, что в его знаковой части присутствуют конкретные узнаваемые элементы, такие как дерево и шкаф. Их наличие оживляет логотип, приводит к более конкретным ассоциациям.

В данном логотипе можно отметить следующие минусы. Во-первых, неудачное сочетание цветов. Логотип выглядит мрачно. Темно-бардовая буква А теряется на сером фоне, несмотря на наличие белого контура. То же самое происходит и с изображением дерева.

Рисунок 3 – Логотип компании «Академия уюта»

Во-вторых, наличие мелких элементов, таких как веточки, не позволяют масштабировать логотип до более компактных размеров. Если уменьшить логотип, то есть вероятность того, что эти мелкие элементы сольются в одну точку.

В-третьих, при первом взгляде на логотип создается впечатление, что фирма занимается продажей межкомнатных дверей или различными товарами для дома. Понять истинное направление деятельности компании можно, только если удастся разглядеть мелкую и скромную надпись «мебельная компания» над крупным названием фирмы.

А вот крупный и нескучный шрифт, использованный в название, можно считать плюсом данного логотипа.

В результате проведенного анализа был сделан вывод о том, что при разработке логотипа важно учесть все стилистические элементы, такие как цветовое решение, шрифт и графический материал. Логотип не должен быть трудным для понимания, чтобы потребитель мог понять основную идею компании. Его создание – это трудный процесс, решающий вопрос о том, как с помощью цвета и образа передать необходимую информацию.

Список литературы

1. Мирошниченко, Д. Обзор рынка: Производство мебели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.openbusiness.ru/biz/business/obzor-rynka-proizvodstvo-mebeli.

УДК 699.816.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

А. А. Ахмедова, Т. Г. Шевцова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время интенсивное развитие средств пожаротушения происходит во всех направлениях. Ведутся работы по созданию новых огнетушащих веществ и совершенствованию технологий обнаружения и тушения пожаров. Новые разработки направлены на сверхраннее обнаружение пожара, повышение эффективности тушения и снижение ущерба от последствий воздействия огнетушащего вещества.

Проектирование установок автоматического пожаротушения выполняется в соответствии с нормами и правилами проектирования [1]. Способ тушения, тип установки пожаротушения, огнетушащее вещество выбираются с учетом пожарной опасности и физико-химических свойств веществ и материалов, производимых, хранимых и применяемых на объекте, а также особенностей защищаемого оборудования.

Рассмотрим проект системы пожаротушения для здания склада на производственном объекте, где хранятся горючие материалы, подверженные тлению. Скорость распространения пламени невелика (по сравнению с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями). Оптимальные показатели тушения в подобных условиях показывают спринклерные водяные установки пожаротушения [2]. Спринклерный ороситель – основной элемент системы – выполняет не только функции тушения, но и обнаруживает возгорание. Снижение тепловой инерционности оросителя и введение дополнительных возможностей по обнаружению возгораний позволяет выполнить тушение пожара на более ранней стадии, значительно сократить необходимое количество огнетушащего вещества и тем самым существенно уменьшить ущерб от огня и последствий его тушения [3].

Для решения задачи раннего обнаружения очагов возгораний и последующего эффективного тушения используются автоматические пожарные установки с принудительным пуском спринклерных оросителей, которые СП 5.13130.2009 определяет как оросители с управляемым приводом. В спринклерных оросителях этого типа вскрытие от теплового воздействия пожара является резервным, а основным режимом вскрытия является принудительное разрушающее воздействие на термоколбу.

Использование газовых установок пожаротушения на данном объекте не рекомендуется, так как в момент срабатывания они являются токсичными и могут нанести вред здоровью людей. Порошковые установки пожаротушения, помимо этого, могут навредить технологическому оборудованию.

Исходя из вышеизложенных условий и требований к системе, была разработана структурная схема автоматической системы водяного пожаротушения (рис. 1), реализованная на базе прибора «Поток-3Н» фирмы «Болид». Главным узлом в системе автоматического водяного пожаротушения является насосная станция. Внутри станции устанавливается рабочий, резервный и жокей-насос; запорная арматура; шкафы управления насосами и задвижками.

К прибору «Поток-3Н» подключены датчики потока, манометры, датчики положения задвижек. Прибор осуществляет пуск системы водяного пожаротушения по следующим условиям: температура защищаемого объекта превысила максимально нормальную и достигла уровня максимальной температуры пуска или в помещении возник очаг возгорания с открытым пламенем.

В случае обнаружения пожара в защищаемом объекте устройство формирует светозвуковой сигнал «Пожар» и с временной задержкой 30 с вырабатывает команду «Пуск». Происходит мгновенное разрушение термоколбы спринклера. Использование многофакторного контроля пожарной среды повышает объективность обнаружения пожара и

уменьшает время его обнаружения. В случае необходимости предусмотрена возможность блокировки пуска и дистанционного пуска. Устройство в автоматическом режиме контролирует исправность цепи запуска. К прибору «Поток-3Н» по внутреннему RS-485 (2) интерфейсу можно подключить дополнительные приборы для управления технологическим оборудованием.

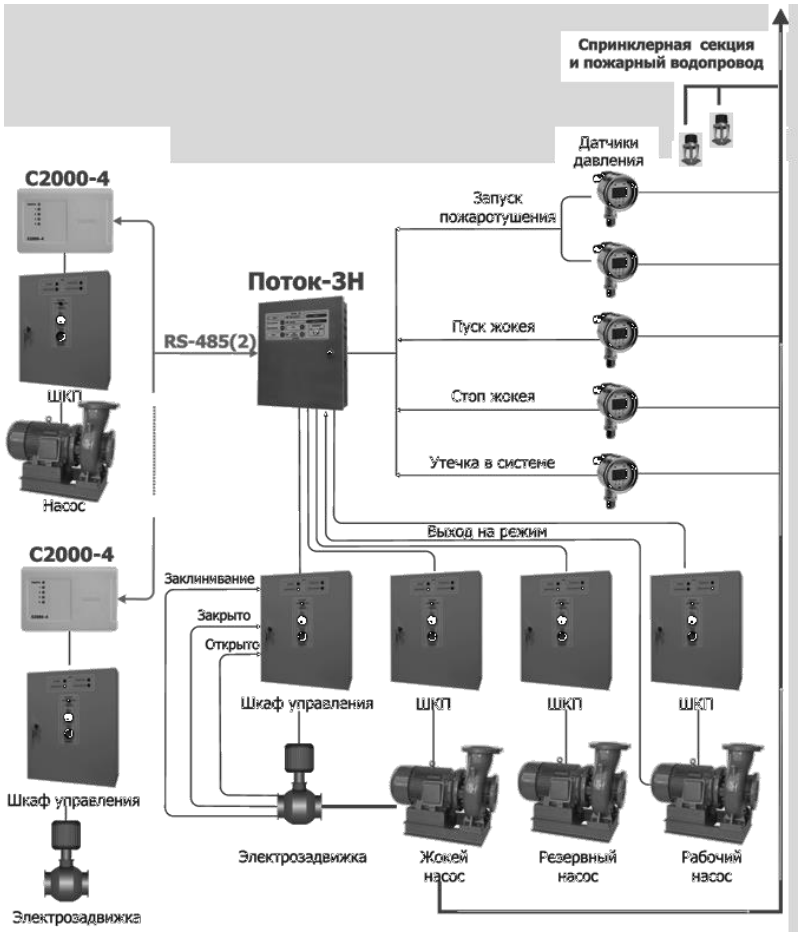


Рисунок 1 – Структурная схема автоматической системы водяного пожаротушения

Предлагаемая система водяного позволяет реализовать оптимальную защиту от пожаров для широкого класса объектов и помещений: частных домов, кафе, магазинов, подсобных и офисных помещений, медицинских учреждений, в местах, где нет возможности установить дымовые пожарные извещатели (высокая запыленность) или нецелесообразно применять тушение по всей площади (из-за ее величины). Кроме того, за счет существенного сокращения времени обнаружения и надежного тушения пожара малым объемом тонкораспыленной воды максимально снижается негативное воздействие на окружающую среду от последствий пролива огнетушащего вещества.

Список литературы

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

2. Собурь, С. В. Пожарная безопасность складов : справочник / С. В. Собурь ; под ред. д. т. н., проф. Е. А. Мешалкина. – М. : Академия ГПС, ИД «Калан», 2003. – 250 с.

3. Собурь, С. В. Установки пожаротушения автоматические / С. В. Собурь. – М. : ПожКнига, 2012. – 336 с.

УДК 655

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

А. В. Батенко, Д. В. Сухоруков
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время, электронные СМИ. Интернет и другие формы распространения документов и изданий в электронном виде приобретают все большую популярность и вытесняют то один, то другой вид печатной продукции. Но, несмотря на это, печатная продукция не теряет своего значения. Полиграфия способна выполнить любые заявки редакций на выполнение печатной продукции. Большим спросом пользуется периодика и коммерческая продукция (этикетки, упаковка, реклама, визитки и др.). Меняется и само полиграфическое производство, где вместе с увеличением производственных мощностей (рис. 1). за счет строительства новых типографий, остро встает вопрос оптимального размещения полиграфического оборудования в приспособленных под типографии помещениях.

Рисунок 1 – Динамика развития производственных мощностей

Последствия кризиса 2008 года, который сказался на предприятиях всех отраслей, заставили все полиграфическое производство осознать, что возврата к прежним условиям ведения бизнеса уже не будет.

Сейчас на рынке полиграфии происходят кардинальные структурные изменения. И если раньше под полиграфической промышленностью понималось материально-техническое обеспечение печати информационного продукта, то сегодня в объеме производства полиграфической сферы это направление составляет уже меньше половины. Еще недавно в полиграфической структуре газетное производство занимало почти 50 %, книжное около 20 %, а журнальное 17 %, то сегодня книги занимают в производстве – 9 %, газеты – чуть больше 20 %, а журналы – всего 15 %. Все остальное – это производство печатной продукции промышленно-производственного назначения. Именно в условиях, когда в печатных СМИ и книгоиздании происходит кризис, полиграфия создала новое направление – упаковочную индустрию, которую сегодня можно наблюдать повсеместно. Таким образом, нынешнее развитие полиграфии как производственной структуры связано именно с этим направлением. Именно здесь сосредоточены основные инвестиции и новые технологии.

Поэтому для развития полиграфического производства мы должны четко понимать, как сложится дальнейшая судьба печатных СМИ, типографий и книгоиздания.

Сейчас в техническом плане в полиграфии происходит настоящая революция. Предприятия постоянно модернизируются и совершенствуются. Парк оборудования обновляется, проводится ремонт в помещениях. На рынок выходят новые цифровые технологии, которые рассчитаны на индивидуальные заказы и на производство малотиражной продукции. На этом фоне ясно просматриваются перспективы районной газетной полиграфии. Традиционная технология, на которой этот сегмент рынка базируется в данный момент, будет переходить на новые технологии, позволяющие выпускать единичные малотиражные издания по требованию.

В связи с этим, структурные изменения на рынке связаны с уходом от существовавшего ранее идеологического понятия, что полиграфия должна обслуживать издательскую сферу. Полиграфия переходит в чисто промышленное производство, становится промышленной сферой деятельности. Степень традиционной издательско-полиграфической связи стремительно уменьшается на фоне растущей связи с перспективной этикеточно-упаковочной индустрией, чего 15–20 лет назад еще не было (рис. 2).

Оценка состояния сегментов рынка полиграфических работ.
Относительный рост по сегментам
(сравнение роста сегмента с общим ростом отрасли)

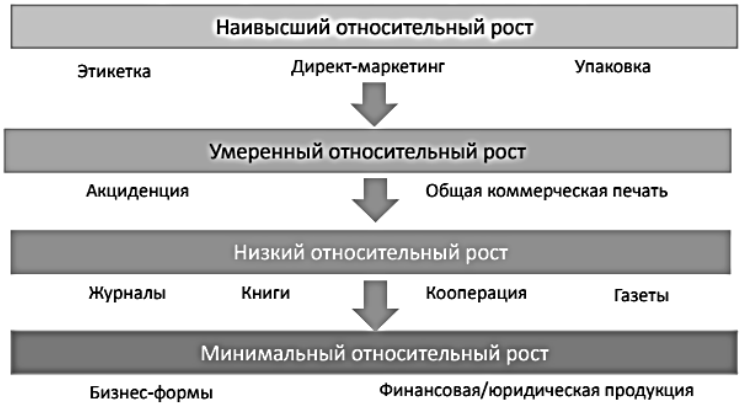


Рисунок 2 – Оценка состояния сегментов полиграфического рынка

Полиграфический рынок изменяется, приспосабливаясь к новым потребностям общества.

Исходя из вышесказанного, следует отметить, что характерной чертой полиграфического производства сегодня является разделение рыночного пространства на технологические и товарные сектора и сегменты, ориентированные на определенный контингент потребителей. Как следствие, это изменило некогда единое понятие издательско-полиграфического комплекса как отрасли и обозначило отдельные сферы производства печатной продукции: печатные СМИ, книгоиздание, печатная реклама, упаковка, сегмент цифровой печати и т. п. Все эти организационные формы полиграфического рынка по-разному восприимчивы к решению возникающих проблем и регулирующим воздействиям, неоднозначно влияют на развитие сферы печатной инфраструктуры.

Список литературы

1. Всероссийский полиграфический портал «Print Forum» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.print-forum.ru.

2. МАП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mapsmi.ru/ru/about/press_award.

3. РОССТАТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru.

УДК 351.773.139.2:542.455

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ РЫБЫ В СРЕДЕ «ВОДНЫЙ ЛЕД + СНЕГООБРАЗНЫЙ ДИОКСИД УГЛЕРОДА»

М. В. Башлыков, Е. Н. Неверов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

На мировом рынке охлажденная рыба пользуется повышенным спросом, и сектор ее производства относится к одному из быстрорастущих. Для значительной группы потребителей важен удобный в приготовлении формат продукции: выбирая охлажденную продукцию, покупатель экономит время на разморозке.

Существует ряд традиционных способов охлаждения рыбы: охлаждение рыбы холодным воздухом, холодной жидкостью, льдом.

Для воздушного охлаждения используется современное технологическое оборудование с использованием хладагента: камеры, бонеты и пр.

Способ охлаждения рыбы в холодной воде достаточно прост и не требует экономических затрат, но рыба с нежной консистенцией в охлажденной морской воде сохраняется плохо: наблюдается ее набухание и просаливание, происходят потери водорастворимых белков, экстрактивных азотистых соединений.

Наиболее распространенным способом охлаждения рыбы является охлаждение водным льдом. Применяется лед естественный, получаемый зимой из водоемов, и лед искусственный, вырабатываемый льдогенераторами из питьевой водопроводной воды. Заготовка естественного льда весьма трудоемка, санитарное состояние льда невысокое, хранить его в летних условиях сложно, поскольку при хранении теряется до 40 % от общей заготовки. Искусственный лед, в зависимости от конструкции льдогенераторов, получают различной формы: блочный, трубчатый, чешуйчатый [1].

В настоящее время в рыбной промышленности является инновационным использование в качестве охлаждающей среды «бинарной смеси», имеющей очень маленький размер кристаллов льда. Это позволяет исключить механические повреждения рыбы и обеспечить высокую способность проникать между тушками рыб с созданием большой контактной поверхности льда с продуктом [2].

Традиционные методы охлаждения рыбы отличаются рядом недостатков: охлаждение льдом осуществляют при непродолжительном хранении перед обработкой рыбы, небольшая скорость охлаждения рыбы и неравномерность, неполное использование полезного объема тары, большие потери льда при таянии, деформация рыбы от соприкосновения со льдом. Кроме того, все виды льда, кроме блочного, изготовляют в момент его применения. Хранить такой лед нельзя, так как в большом количестве он от давления сливается в одну компактную массу.

Для того чтобы компенсировать эти недостатки, нами предложена технология охлаждения рыбы (форели) с использованием среды «водный лед и CO_2» как дополнительного охлаждающего средства [3].

Целью работы является разработка методики использования среды водного льда и снегообразного CO_2 для охлаждения форели, проведение сравнительного анализа по охлаждению мяса форели в средах «водный лед» и «водный лед и снегообразный CO_2».

Тушку форели массой 800 г охлаждали в стандартном контейнере максимальной вместимостью 50 л. В первом случае использовали водный лед массой 2000 г, во втором случае – водный лед 1600 г и снегообразный CO_2 480 г (30 % от массы льда). Габаритные размеры контейнера – 900 х 600 х 400 см. Массу охлаждаемой рыбы определяли взвешиванием.

Для проведения эксперимента разработан стенд, схема которого представлена на рис. 1.

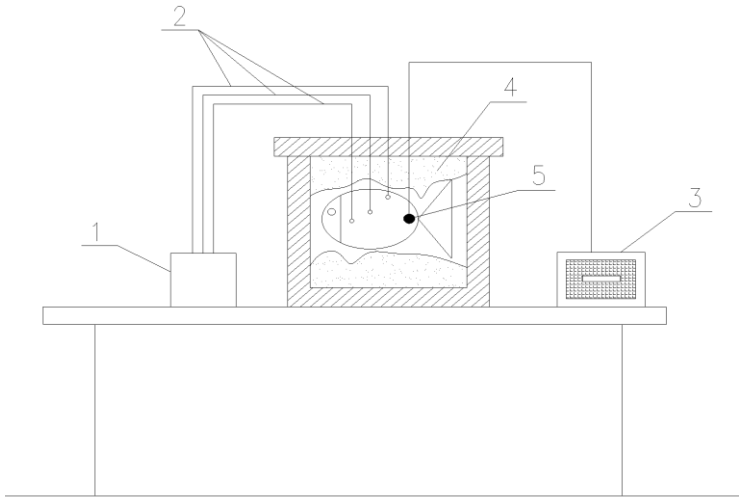


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда: 1 – (ТРМ-138) контроллер температуры; 2 – хромель-копелевые термопары; 3 – измерители плотности теплового потока ИПП; 4 – водный лед с диоксидом углерода; 5 – зонд теплового потока

Изменение температуры рыбы и в камере контролировалось при помощи хромель-копелевых термопар (2), введенных в тушку форели под чешую на глубину 3 мм и в наиболее толстую часть тушки (вблизи позвоночника) на глубину 20 и 40 мм. Сигнал с термопар поступает на контроллер температуры (1). Измерение плотности теплового потока на наружной поверхности осуществлялось при помощи зонда теплового потока (5), сигнал с которого поступает на измеритель теплового потока ИПП (3). Температуру рыбы и температуру в контейнере в процессе охлаждения измеряли периодически с помощью контроллера температуры (ТРМ-138).

В качестве основного экспериментального материала использовали термограммы процессов охлаждения и кривые плотности тепловых потоков.

На рис. 2 представлены данные плотности теплового потока на наружной поверхности при использовании охлаждаемой среды «водный лед».

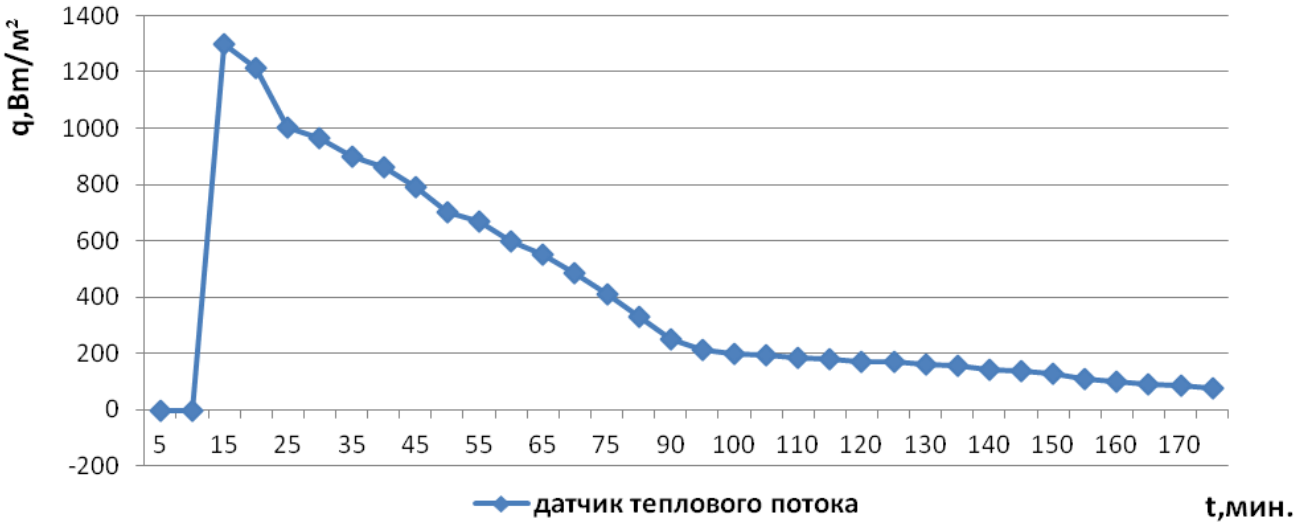


Рисунок 2 – Изменение плотности теплового потока при охлаждении форели в среде «водный лед»

На рис. 3 представлены данные плотности теплового потока при охлаждении форели в среде «водный лед + снегообразный CO_2».

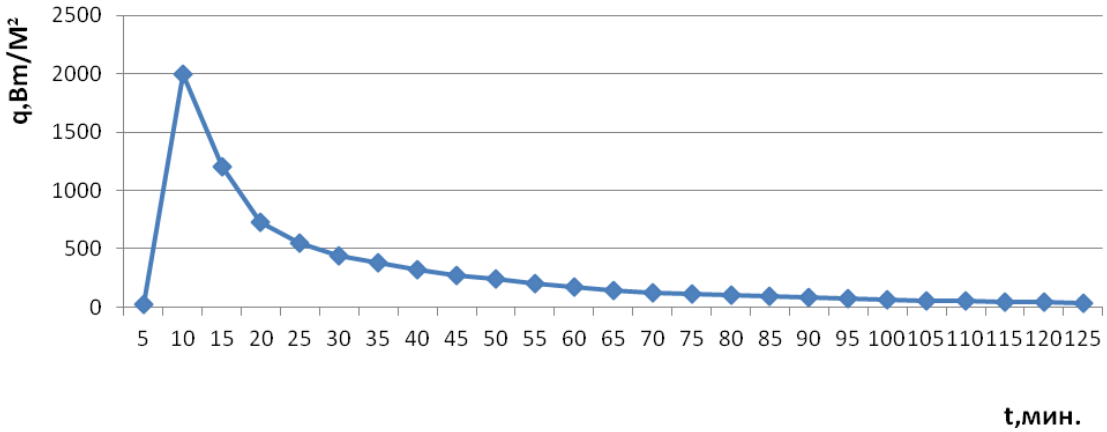


Рисунок 3 – Изменение плотности теплового потока при охлаждении форели в среде «водный лед + снегообразный CO_2»

Значение максимальной плотности теплового потока регистрируется в начальный период времени при охлаждении в обеих средах, так как в этот период разница между температурой тушки и охлаждающим агентом максимальна, а процесс теплоотвода самый интенсивный. При этом максимальная величина коэффициента теплоотдачи выше при охлаждении форели в среде «водный лед + снегообразный CO_2». Это связано с тем, что разность температур между продуктом и теплоотводящей средой в данном случае выше, что приводит к более интенсивному теплоотводу от тушки рыбы. Далее резкое снижение плотности теплового потока можно наблюдать при охлаждении в среде «водный лед и снегообразный CO_2». Это свидетельствует о том, что температура тушки форели начинает интенсивно падать, тогда как при охлаждении водным льдом снижение плотности теплового потока происходит постепенно и более длительно. Это связано с большой разницей температур охлаждающих сред, а также с тем, что добавление CO_2 позволяет максимально долго поддерживать температуру водного льда на низком уровне и предотвращает его быстрое таяние.

На рис. 4 представлена динамика понижения температуры на поверхности и в центре тушки рыбы в процессе охлаждения в среде «водный лед».

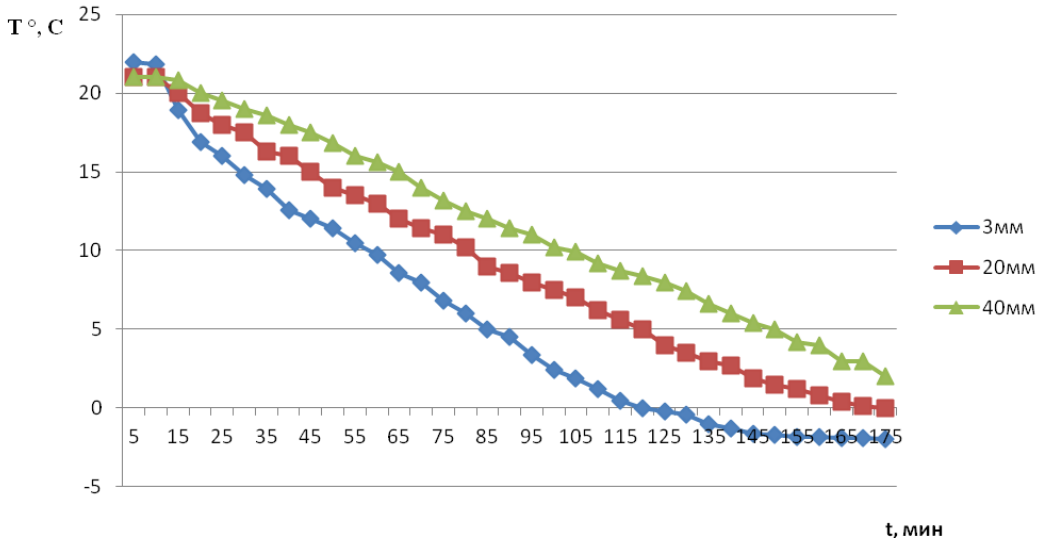


Рисунок 4 – Термограмма процесса охлаждения форели в среде «водный лед»

На рис. 5 представлена динамика понижения температуры на поверхности и в центре тушки рыбы в процессе охлаждения в среде «водный лед + снегообразный CO_2».

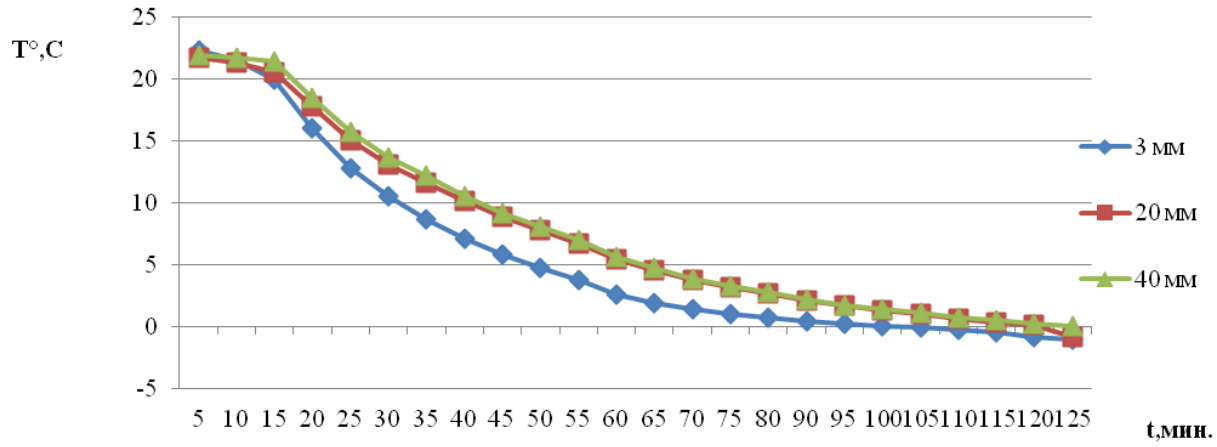


Рисунок 5 – Термограмма процесса охлаждения форели в среде «водный лед + снегообразный CO_2»

Анализируя представленные графики можно сделать вывод, что процесс охлаждения в среде водного льда и снегообразного CO_2 происходит более интенсивно и позволяет значительно сократить продолжительность процесса охлаждения в данном случае на 50 минут, что составляет 29 % от общего времени охлаждения, а также сократить расход водного льда на 70 %. Также научно доказано, что использование в процессе охлаждения водным льдом снегообразного CO_2 позволяет улучшить вкусовые и сохранить органолептические и микробиологические качества рыбы на более длительное время.

Список литературы

1. Белозеров, Г. А. Развитие систем холодоснабжения для предприятий мясной промышленности / Г. А. Белозеров, Н. М. Медникова // Все о мясе. – 2012. – № 6. – С. 39–41.

2. Белозеров, Г. А. Холодильная цепь без изъянов / Г. А. Белозеров // Холодильный бизнес. – 2013. – № 6. – С. 20–22.

3. Неверов, Е. Н. Применение диоксида углерода для холодильной обработки птицы и рыбы / Е. Н. Неверов, О. Н. Буянов. – Кемерово : КемТИПП, 2013. – 191 с.

4. Неверов, Е. Н. Исследование процесса охлаждения неразделанной промысловой форели диоксидом углерода / Е. Н. Неверов // Ползуновский вестник. – 2014. –Т. 2, № 4. – С. 132–136.

5. Неверов, Е. Н. Применение диоксида углерода для холодильной обработки рыбы / Е. Н. Неверов // Вестник Красноярского Государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 125–131.

6. Линия для холодильной обработки рыбы диоксидом углерода. Буянов О. Н., Неверов Е. Н. Патент РФ № 2479803. Опубл. 20.04.2013, Заявка № 2011154322.

УДК 641.561

ПОЛУЧЕНИЕ СУХИХ БЕЛКОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СМЕСИТЕЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

А. А. Борисов, О. С. Макарова, Е. А. Потапова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Спортивное питание – специализированная группа пищевых продуктов, выпускающаяся преимущественно для людей, занимающихся спортом и фитнесом, ведущих активный образ жизни, а также профессиональных спортсменов и атлетов. Оно относится к категории дополнительных добавок к рациону, его правильное применение является дополнительным источником энергии и питательных веществ.

Прием специализированного питания направлен на улучшение спортивных результатов, повышение силы и выносливости, восстановление организма после физических нагрузок, укрепление и поддержание тонуса организма, увеличение массы объема мышечной массы, нормализацию обмена веществ, достижение оптимальной массы тела.

Все спортивное питание подразделяют на следующие классы:

- Высокобелковые продукты (протеины).
- Углеводно-белковые смеси.
- Аминокислоты.
- Жиросжигатели.
- Креатин.
- Антикатаболики.
- Витаминные комплексы.
- Энергетики.

Наиболее популярными и потребляемыми являются белковые и углеводно-белковые смеси, так называемые протеины и гейнеры. Протеин – главный помощник набора мышечной массы. Благодаря приему протеиновых смесей происходит более качественный прирост мышечной массы практически без прибавки лишнего жира или воды. Гейнер используется для повышения количества углеводов в рационе, а также общего увеличения суточного приема калорий. В первую очередь он необходим людям астенического телосложения, у которых набор веса является затруднительным процессом из-за более быстрого обмена веществ. При приеме белково-углеводистых смесей в организме будет происходить набор, как мышечной массы, так и будет происходить увеличение количества жировой ткани и воды в теле.

Цель работы. Получить высококачественную белковую композитную смесь для спортивного питания на основе концентрата сывороточного белка с соотношением компонентов 1:100 на центробежном смесителе непрерывного действия.

Методы исследования. Качество получаемой смеси оценивается с помощью коэффициента неоднородности. Для этого получаемую композицию условно разделяем на два компонента – ключевой и основной. Ключевым компонентом получаемой смеси является витаминно-минеральный комплекс, основной компонент смеси – концентрат сывороточного белка. Показатели энергетической ценности и состав получаемой смеси представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристики и состав смеси

Показатели	В 100 г сухого продукта
Энергетическая ценность, ккал	335
Белок, г	64,47

Продолжение таблицы 1

Жиры, г	4,48
Углеводы, г	9,72
Активные компоненты	
Концентрат сывороточного белка	98,82 г
Кальций	500 мг
Фосфор	470 мг
Магний	125 мг
Витамин С	60 мг
Ниацин	12 мг
Витамин Е	10 мг
Витамин B_6	2 мг
Витамин B_2	1,6 мг
Винамин B_1	1,4 мг

Для получения сухой композитной белковой смеси использовали центробежный смеситель непрерывного действия с инверсионными направляющими, представленный на рис. 1.

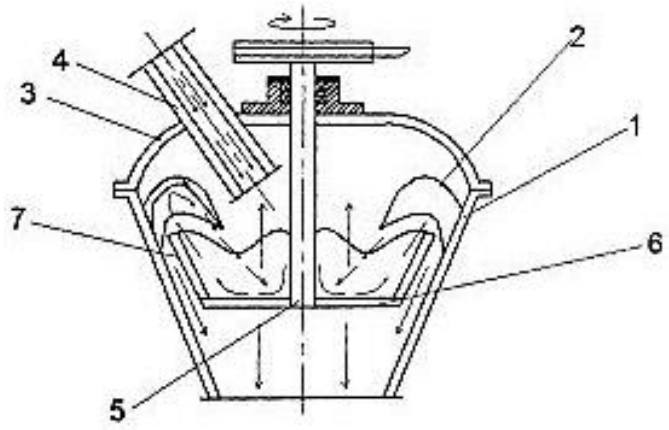


Рисунок 1 – Центробежный смеситель с инверсионными направляющими
1 – корпус, 2 – инверсионный направляющие, 3 – крышка, 4 – загрузочный патрубок, 5 – вал, 6 – ротор, 7 – полый тонкостенный конус

Работа смесителя осуществляется следующим образом. Сыпучие материалы подаются через загрузочный патрубок (4) на основание диска (6) вращающегося ротора, равномерно растекаясь по нему, под действием центробежной силы. Далее частицы движутся снизу вверх по поверхности полого тонкостенного усеченного конуса (7). Часть материала, достигнув его верхней кромки, под действием центробежной силы выбрасывается в пространство между конусом (7) и корпусом (1).

Другая часть попадает на внутреннюю поверхность инверсионных направляющих (2), которые выполнены в виде прямоугольных вогнутых пластин, скрученных вдоль своей оси под определенным углом. Благодаря этому, поток, попавший на их внутреннюю плоскость, огибает ее по заданной траектории в зависимости от угла скрутки, который изменяется в диапазоне от 30 до 45 °С с целью обеспечения траектории движения потока материала к основанию вращающегося ротора. В результате чего происходит наложение этого материалопотока на основную сыпучую массу, движущуюся по поверхности конуса (7), при этом создавая дополнительное смешивание и усреднение получаемой смеси, положительно

влияющих на ее качество. Затем готовая смесь попадает в нижнюю часть конического корпуса (1) и выводится из аппарата [1].

Проведенные экспериментальные исследования позволили создать технологическую линию по производству сухих белковых смесей спортивного питания.

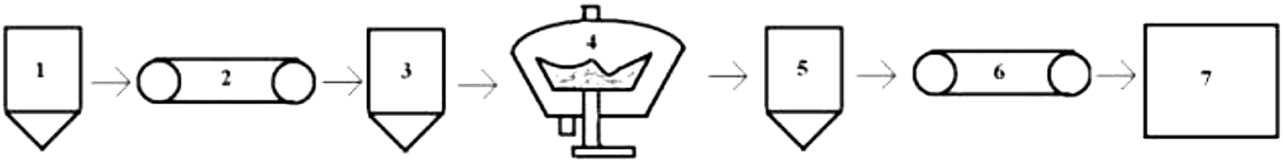


Рисунок 2 – Машинно-аппаратурная схема производства сухих белковых смесей 1 – бункеры для хранения исходных компонентов; 2 – конвейеры; 3 – бункер дозатор; 4 – центробежный СНД; 5 – приемный бункер станции фасовки мешков; 6 – ленточный конвейер; 7 – зона упаковки на паллеты

Результаты и выводы. В результате проведенных исследований была получена высококачественная белковая композитная смесь для спортивного питания. Оправдано использование центробежного смесителя непрерывного действия с инверсионными направляющими для получения белковых смесей с соотношением компонентов 1:100.

Список литературы

1. Интенсификация процесса смешивания дисперсных материалов в новых конструкциях смесителей барабанного, вибрационного и центробежного типов / В. Н. Иванец [и др.] // Foods and Raw Materials. – 2015. – № 1. – С. 77.

2. Исследование эффективности практического применения центробежных смесителей непрерывного действия в технологических линиях производства комбинированных продуктов питания / Д. М. Бородулин [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3-1. – С. 9–13.

3. Пат. 2584736 РФ. Центробежный смеситель / Бородулин Д. М., Сухоруков Д. В., Андрюшкова Е. А., Козымаев А. С. ; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2015114036/05 ; заявл. 15.04.15 ; опубл. 20.05.16, Бюл. № 14.

УДК 664:004

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКОГО ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Е. С. Босняк, Т. Г. Шевцова, Н. Г. Третьякова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Среди технологических процессов производств пищевых продуктов существенную роль играют процессы выпаривания. В пищевой промышленности выпарные аппараты используют для концентрирования водных растворов разных веществ, эмульсий и суспензий. В ряде производств такие аппараты являются основным звеном технологического процесса, определяющим не только качество, но и стоимость выпускаемой продукции.

В связи с этим большое значение имеют модернизация действующих и проектирование новых выпарных аппаратов с рациональными конструктивными параметрами и оптимальными режимами процессов выпаривания, обеспечивающими высокие технико-экономические показатели. Интенсификация и усовершенствование процессов, происходящих в выпарных аппаратах, была достигнута широким внедрением пленочных аппаратов. Среди выпарных аппаратов такого типа в качестве перспективного технологического оборудования заслуживают внимания роторные распылительные испарители (РРИ), относящиеся к группе пленочных аппаратов с вращающимся ротором [1–3].

Проектирование нового технологического оборудования должно выполняться совместно с проектированием системы его управления, а совершенствование системы управления действующего объекта выполняется обычно совместно с его рационализацией и оптимизацией. То есть технологическое оборудование и проводимый на нем процесс при проектировании необходимо рассматривать как объект управления.

В пищевых производствах технологические объекты управления представляют собой совокупность взаимосвязанных различных аппаратов и оборудования, на которых реализуется технологический процесс, взаимодействующих потоков сырья, энергоносителей, полуфабрикатов и продукции. Разработка системы управления многозвенным объектом включает в себя этап структурно-параметрического анализа объекта [4]. Структурный анализ объекта проводится для определения внутренних связей между его элементами. При проведении структурного анализа сложный объект представляют в виде структурной схемы, состоящей из элементарных звеньев, связанных между собой параметрами, определяющими состояние каждого звена, входящего в структурную схему. Параметрический анализ объекта управления или отдельного звена, входящего в структуру объекта, выполняется с целью определения всех параметров, подлежащих контролю и управлению по ходу реализации технологического процесса.

Проведем структурно-параметрический анализ технологического процесса концентрирования пищевого жидкого сырья в вакуум-выпарной установке, включающей роторный распылительный испаритель, машинно-аппаратурная схема которой приведена в [1]. На первом этапе анализа технологический процесс рассматривают как «черный ящик», то есть как комплекс технологического оборудования и технологических потоков, в котором исходное сырье с определенными характеристиками преобразуется в готовый продукт с заданными показателями качества под воздействием совокупности управляющих параметров. Далее определяется структура технологического комплекса и технологических потоков. На этом этапе выполняется их декомпозиция на отдельные звенья.

На основе машинно-аппаратурной схемы процесса концентрирования жидкого пищевого сырья проведём декомпозицию вакуум-выпарной установки как объекта управления. Определим основные структурные единицы: подогреватель продукта, подогреватель воды, роторный распылительный испаритель.

Анализ технологических потоков включает в себя определение видов потоков и их количественных и качественных характеристик, а также их взаимосвязи. В технологических комплексах пищевых производств можно выделить следующие виды потоков:

1. энергоносители;
2. потоки сырья;
3. потоки продукта;
4. потоки отходов.

Исходя из этого, определим основные потоки и их характеристики для технологического процесса концентрирования пищевого сырья.

Входящие потоки: исходный продукт (концентрируемое сырье), теплоноситель – горячая вода.

Исходящие потоки: концентрированный продукт, вторичные пары.

Основные характеристики потоков, участвующие в теплообменном процессе между продуктом и энергоносителем.

Поток исходного продукта имеет следующие характеристики:

количественные $F^{н}_{пр}$ – расход исходного продукта, $м^3/с$;

N – частота вращения ротора, 1/с;

качественные – $С^{н}_{и.п.}$ – начальная концентрация исходного продукта, %;

$Т^{н}_{и.п.}$ – начальная температура исходного продукта, °С;

$Т^{вх}_{и.п.}$ – температура исходного продукта на входе в РРИ, °С;

$с_{и.п.}$ – удельная теплоемкость, Дж/(кг · К);

μ – динамическая вязкость, Па · с;

σ – поверхностное натяжение, Н/м.

Характеристики для потока теплоносителя:

количественные $F_{тепл}$ – расход теплоносителя, $м^3/с$;

качественные – $Т_{х.в.}$ – температура холодной воды, °С;

$Т^{н}_{руб}$ – начальная температура воды в рубашке, °С;

$Т^{к}_{руб}$ – температура воды в рубашке на выходе из РРИ, °С;

$Т^{вых}_{к}$ – температура циркуляции воды, °С;

Для потока концентрированного продукта:

количественные $F^{вых}_{пр}$ – расход продукта на выходе, $м^3/с$;

качественные – $Т^{вых}_{пр}$ – температура продукта на выходе из РРИ, °С;

$С^{к}_{р}$ – конечная концентрация раствора, %.

Поток вторичных паров:

качественные – $Т_{вп}$ – температура вторичного пара, °С;

$Р_{вп}$ – давление вторичного пара, Па.

Количественные характеристики могут быть отнесены к управляющим воздействиям, если их можно целенаправленно изменять с помощью регулирующих органов и исполнительных механизмов, если нельзя – то к группе возможных возмущающих воздействий. Качественные характеристики обычно относятся к неконтролируемым возмущениям.

Заключительный этап – составление структурно-параметрической схемы объекта управления. На структурно-параметрической схеме технологического процесса отображаются все технологические потоки и направления этих потоков по отношению к звеньям структурной схемы, а также для каждого такого звена определяются формирующиеся в данном звене потоки продукции, полуфабрикатов, отходов и характеризующие эти потоки показатели качества.

На основе структурно-параметрической схемы технологического объекта управления можно составить алгоритм управления как отдельным звеном, входящим в технологический комплекс, так и объектом в целом. Знание структуры технологического объекта управления в совокупности с его статическими и динамическими свойствами позволяет сделать обоснованный выбор структуры системы автоматического управления.

Структурно-параметрическая схема процесса концентрирования пищевого сырья в исследуемой вакуум-выпарной установке представлена на рис. 1.

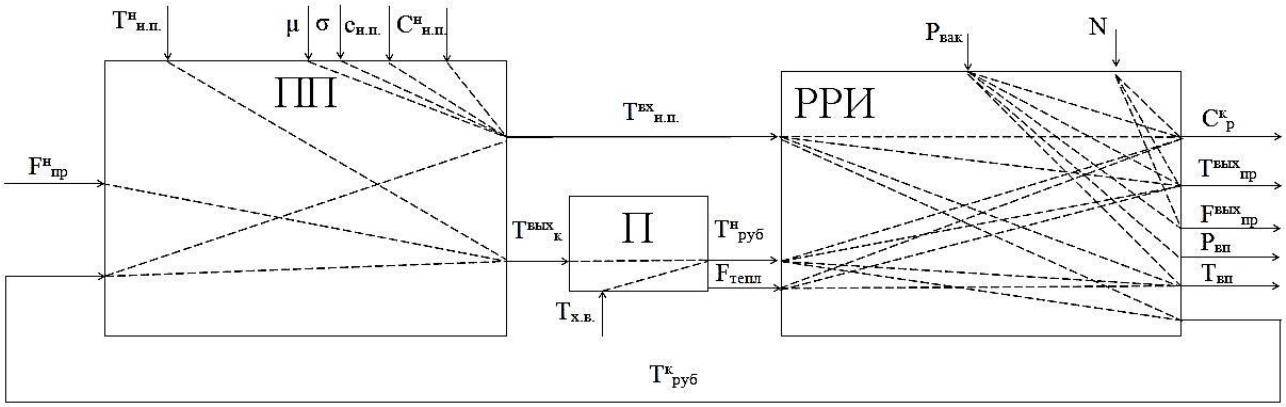


Рисунок 1 – Структурно-параметрическая схема процесса концентрирования жидкого пищевого сырья: ПП – подогреватель продукта; П – подогреватель воды; РРИ – роторный распылительный испаритель

Список литературы

1. Третьякова, Н. Г. Совершенствование технологии производства пищевых продуктов с использованием роторного распылительного испарителя : дис. … канд. техн. наук : 05.18.04, 05.18.12 / Третьякова Надежда Геннадьевна. – Кемерово, 2002. – 172 с.

2. Шеменева, Н. А. Совершенствование процесса концентрирования квасного сусла с использованием роторного распылительного испарителя : дис. … канд. техн. наук : 05.18.12 / Шеменева Наталья Анатольевна. – Кемерово, 2013. – 133 с.

3. Гриценко, В. В. Совершенствование производства концентрированных плодово-ягодных экстрактов с использованием роторного распылительного испарителя : дис. … канд. техн. наук : 05.18.12 : / Гриценко Вячеслав Владимирович. – Кемерово, 2009. – 150 с.

4. Технологические процессы пищевых производств. Структурно-параметрический анализ объектов управления / Ю. Г. Стегаличев, В. А. Балюбаш, В. Н. Замарашкина. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2006 – 254 с.

УДК 664:519

ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ КАК ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е. С. Босняк, Т. Г. Шевцова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Математическое моделирование технологического процесса является необходимым этапом его автоматизации, поскольку проектирование и эксплуатация системы автоматического управления, базирующиеся на знании закономерностей, лежащих в основе того или иного процесса, их математическое описание в соответствии с задачами автоматизации в значительной мере определяют ее эффективность.

Построению математической модели обязательно должна предшествовать четкая формулировка цели моделирования, поскольку от этого напрямую зависит правильность выбора методов и средств моделирования. В соответствии с целями и задачами исследования выбирают вид математической модели, с учетом требований к точности решения и достоверности исходных данных для моделирования.

Выбор модели может быть обусловлен следующими требованиями:

1. модель должна отражать физическую природу реального процесса, и при этом иметь простое математическое описание. Следует отметить, что если модель разрабатывается для решения каких-либо практических задач, например, определения оптимальных режимов функционирования системы управления объектом, то обычно на первое место выходит требование к точности результатов моделирования;
2. возможность определения параметров модели как аналитически, так и экспериментально;
3. основным условием является использование модели для решения задачи управления конкретным процессом.

Математическую модель технологического процесса при его описании как объекта управления обычно представляют в виде записи математических отношений, которые показывают взаимосвязь между его физическими, физико-химическими и режимными параметрами.

Построение любой математической модели начинают с декомпозиции объекта и задачи моделирования. В этом случае, рекомендуется использовать блочный принцип, как общий метод разработки математического описания технологического процесса [1]. Поскольку пищевое производство того или иного продукта по сути является совокупностью типовых технологических процессов, то его математическое описание необходимо разбить на взаимосвязанные блоки – модели типовых процессов, протекающих в объекте моделирования.

Математическое описание технологического объекта управления в общем случае включает в себя типовые модели процессов гидродинамики, теплообмена и массообмена, микробиологических процессов. Математическое описание этих процессов дополняется начальными и граничными условиями и различного рода допущениями [2]. На основе математической модели гидродинамической структуры потока получают описание тепловых и массообменных процессов. На завершающем этапе построения полной модели математические описания типовых процессов объединяют в единую систему уравнений.

Выбор подхода к построению модели зависит от целей и задач моделирования и полноты знаний об объекте моделирования. Кибернетический подход используется при недостаточном знании о внутренней структуре объекта. В этом случае математические модели называются вероятностными, и имеют вид эмпирических зависимостей между входными и выходными параметрами объекта. Детерминированный подход основывается на установлении физических и физико-химических закономерностей исследуемого процесса. Такие математические модели имеют вид аналитических зависимостей.

Последовательность разработки математической модели технологического процесса можно показать в виде блок-схемы (рис. 1).

Рисунок 1 – Блок-схема разработки математической модели технологического процесса

Этап 1. При формировании гипотез определяют основные закономерности протекания исследуемых процессов, их основные стадии и взаимосвязи.

Этап 2. Формализация гипотез, т. е. запись математических соотношений, связывающих параметры процесса, характеризующие его протекание (температура, давление, концентрация и т. д.).

Этап 3. Выбор методов решения уравнений (численных или аналитических), в зависимости от сложности математического описания.

Этап 4. Определение соответствия расчетных значений переменных экспериментальным, то есть оценка адекватности модели.

Этап 5. По результатам оценки адекватности принимают или отклоняют проверяемую гипотезу. Если гипотеза будет отклонена, то проверяется следующая по всем этапам.

Этап 6. Если математическая модель не противоречит гипотезе, то она используется для решения исследовательских задач, в процессе которого модель может дополняться и уточняться.

Список литературы

1. Методы кибернетики в химии и химической технологии / В. В. Кафаров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1976. – 464 с.

2. Математическое моделирование химико-технологических процессов / А. М. Гумеров [и др.]. – М. : КолосС, 2008. – 159 с.

3. Липатов Л. Н. Типовые процессы химической технологии как объекты управления / Л. Н. Липатов. – М. : Химия, 1973. – 320 с.

4. Кафаров, В. В. Системный анализ процессов химической технологии. Основы стратегии (книга 1) / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. – М. : Наука, 1976. – 500 с.

5. Кафаров, В. В. Системный анализ процессов химической технологии. Статистические методы идентификации процессов химической технологии (книга 3) / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов, Л. Н. Липатов. – М. : Наука, 1982. – 344 с.

УДК 681.51:66.012.1

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ

М. А. Бочаров
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Автоматизированный учебно-лабораторный стенд предназначен для обучения студентов направления «Автоматизация технологических процессов и производств».

Назначение стенда заключается в демонстрации работы средств измерения давления различного типа и определении их характеристик. Также стенд позволяет настроить и проанализировать работу системы автоматического регулирования давления.

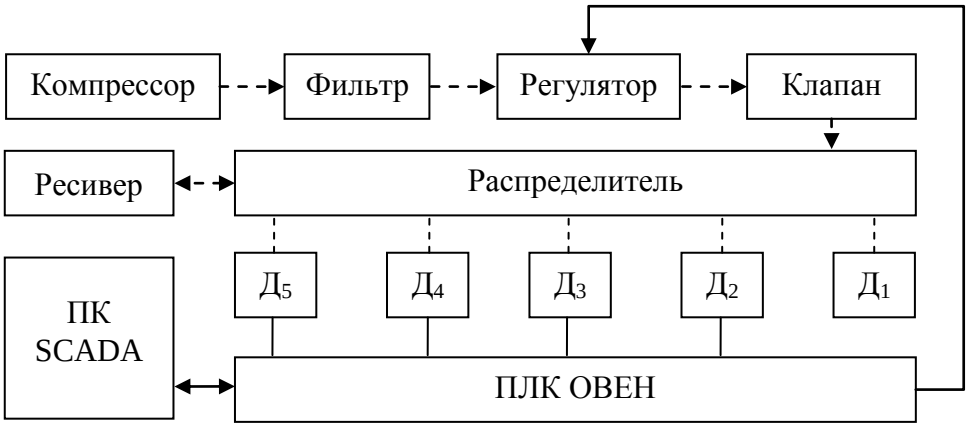


Рисунок 1 – Схема автоматизированного учебно-лабораторного стенда

В состав стенда входит электрическое и пневматическое оборудование. Давление сжатого воздуха, формируемое в системе компрессором, достигает 8 атм. Сжатый воздух подается на фильтр, который очищает его от примесей жидкости и твердых частиц и ограничивает давление до величины 6 атм. Далее сжатый воздух подается на электропневматический регулятор, который ограничивает значение давления в системе в соответствии с заданием. Регулятор управляется сигналом от программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 150. Сжатый воздух через воздушный клапан поступает в распределитель. Также с помощью клапана выполняют разгерметизацию системы и сброс воздуха в атмосферу. Из распределителя воздух подается на средства измерения давления $Д_1$–$Д_5$. Датчик давления $Д_1$ является показывающим, остальные передают сигнал об измеренном значении давления в контроллер ОВЕН ПЛК 150. Контроллер связан с персональным компьютером (ПК), на котором функционирует SCADA-система, позволяющая визуализировать полученные значения. Ресивер необходим для создания давления в системе. Компрессор автоматически отключается, когда давление в ресивере достигает 8 атм.

Рассмотрим более подробно датчики давления в составе стенда.

$Д_1$ – манометр показывающий для точных измерений (образцовый) МПТИ-У3, диапазон измерений 0…6 кгс/см^2, класс точности 0,4 %;

$Д_2$ – электроконтактный сигнализирующий манометр ДМ2005СгУ3, диапазон измерений 0…10 кгс/см^2, класс точности 4 %; манометр имеет два замыкающих контакта, которые формируют дискретные сигналы для передачи ПЛК;

$Д_3$ – преобразователь давления измерительный «Коммуналец» СДВ-И-1,6-1,0-0,6, диапазон измерений 0…1,6 МПа (0…16 кгс/см^2), класс точности 0,5 %; преобразователь формирует выходной сигнал 4…20 мА для передачи в ПЛК;

$Д_4$ – датчик избыточного давления ZET 7012-I, диапазон измерений 0…1 МПа (0…10 кгс/см^2), класс точности 0,2 %; датчик выдает цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus) и объединяется с ПЛК в цифровую сеть;
$Д_5$ – цифровой измеритель давления DELTA DPA-10M-P, диапазон измерений −1…10 бар (0…10 кгс/см^2), класс точности 3 %; измеритель формирует один непрерывный сигнал 4…20 мА и два дискретных сигнала для передачи в ПЛК.

Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК 150 [1] обеспечивает сбор и обработку информации от перечисленных датчиков давления и формирует управляющее воздействие, поступающее на регулятор. Автоматическое управление осуществляется по одному из стандартных законов (П, ПИ, ПИД), встроенных в библиотеку ПЛК. Кроме того, ПЛК формирует цифровой сигнал по встроенному интерфейсу Ethernet 100 Base-T для передачи информации в компьютер.

Таблица 1 – Параметры ОВЕН ПЛК 150

Наименование входа/выхода	Характеристика сигнала	Количество
аналоговый вход	постоянный ток 4…20 мА	4
аналоговый выход	напряжение постоянного тока 0…10 В	2
дискретный вход	напряжение 24 В	6

Непрерывный регулятор давления FESTO VPPE-3-1/8-6-010 принимает электрический управляющий сигнал в диапазоне 0…10 В от ПЛК и в соответствии с ним ограничивает давление сжатого воздуха.

Таблица 2 – Параметры непрерывного регулятора давления FESTO

Параметр	Значение
рабочая среда	чистый сухой воздух (размер частиц не более 40 мкм)
максимальное рабочее давление	8 атм
давление на выходе	0,06…6 атм
сигнал управления	0…10 В постоянного тока
номинальный ток	0,05 А
максимальный ток	0,15 А

Одним из основных компонентов автоматизированного стенда является персональный компьютер, который используется в качестве программатора ПЛК и служит автоматизированным рабочим местом студента-исследователя. Для программирования ПЛК используется инструментальная среда CoDeSys.

Аналогом представленного стенда является разработка научно-производственного предприятия «Учебная техника – Профи», которое разрабатывает, производит и поставляет учебное оборудование [2].

Отличительные особенности, являющиеся личным вкладом автора, заключаются в использовании ОВЕН ПЛК 150, разработке функциональной схемы стенда, электрических принципиальных схем (схема подключения контроллера, схема питания средств автоматизации), общего вида шкафа автоматизации, монтажно-коммутационной схемы. Также автором лично разработан SCADA-проект в среде Owen Process Manager фирмы ОВЕН, включающий общую экранную форму и архивные тренды.

Список литературы

1. ОВЕН. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.owen.ru.

2. ООО НПП «Учтех – Профи». Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uralstend.ru.

УДК 66.047

ОСОБЕННОСТИ ВАКУУМНОЙ СУШКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

М. А. Брюханов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Сушка является одним из самых первых изобретенных способов консервирования продуктов питания, позволяющим существенно продлить сроки их хранения. В случае, когда сушка осуществляется при атмосферном давлении, происходит длительный контакт продукта с воздушной средой, содержащей кислород, что приводит к окислительным процессам. При этом такой способ сушки предполагает применение высоких температур нагрева, что влечет за собой существенное снижение качества сухого продукта. Перспективной альтернативой является вакуумная сушка, сущность которой состоит в удалении влаги из продукта в условиях давления ниже атмосферного, но выше тройной точки воды. Применение вакуума позволяет избежать вышеперечисленных недостатков атмосферной сушки и существенно интенсифицировать процесс [1].

Сушка в условиях вакуума достаточно широко распространена в России и за рубежом, она используется при производстве большого количества различных полуфабрикатов, быстрорастворимых фруктовых соков и пюре, готовых блюд, пищевых добавок и т. д. Продукты, полученные с помощью вакуумной сушки, обладают рядом преимуществ по качественным показателям, возможности гранулирования, относительно невысокой себестоимости выработки продукта и оборудования [2].

Остаточное давление при вакуумной сушке составляет, как правило, порядка 5–10 кПа, а температура нагрева – 40–60 °С. Указанные параметры обеспечивают благоприятные условия для сохранения ценных термолабильных компонентов продукта.

В основе вакуумной сушки лежит три физических закономерности:
– зависимость скорости диффузии от температуры;
– зависимость скорости диффузии от давления;
– зависимость температуры кипения воды от давления.

Условия вакуума обусловливают интенсивное перемещение влаги из центральных слоев продукта на его поверхность и последующее испарение в результате действия разности давлений. Известно, что при понижении давления снижается также температура кипения, что в свою очередь дает возможность осуществлять сушку при относительно невысокой температуре. В качестве источников нагрева при этом могут выступать плиты, СВЧ-излучатели, инфракрасные лампы, комбинированные источники и т. д.

При вакуумной сушке в первую очередь удаляется свободная влага, присутствующая внутри клеток материала. На данном этапе сушки происходит наиболее интенсивная деформация структуры тканей материала и образование в них трещин и разрывов. После этого удаляется связанная влага, находящаяся в микро- и макрокапиллярах клеток.

Интенсифицировать испарение влаги, фильтрационный перенос пара и жидкости в продукте при вакуумной сушке можно за счет чередования циклов вакуумирования и нагрева продукта. Такой способ получил название «вакуум-импульсная сушка» [3].

В работе [4] предложен метод двухступенчатого конвективного вакуум-импульсного обезвоживания, который предполагает два этапа сушки. Вначале осуществляется удаление поверхностной влаги конвективной сушкой, при этом температура продукта повышается до температуры мокрого термометра. После того, как свободная влага удаляется, продукт нагревается и его температура стремится к температуре теплоносителя. Если при этом не снизить температуру, то начнется денатурация термолабильных веществ продукта (белков, витаминов и др.). Однако понижение температуры влечет за собой увеличение продолжительности сушки. Поэтому на втором этапе сушки осуществляют снижение давления (вакуумирование), что обусловливает образование градиента давления, приводящее к молярному движению парогазовой смеси внутри продукта [5].

Для различных продуктов существуют свои оптимальные режимы сушки. Например, в изобретении [6] для обезвоживания сыра его измельчают до толщины слоя 5–50 мм и сушат при остаточном давлении 2–15 кПа, температуре процесса 30–70 °С и плотности теплового потока 40 кВт/м^2. Влага, испарившаяся с поверхности продукта, оседает на испарителе холодильной машины.

Схожий способ вакуумной сушки [6] включает в себя измельчение продукта до толщины слоя 5–70 мм и вакуумную сушку при остаточном давлении 2–3 кПа, температуре (70–80) °С и тепловой нагрузке 9,0–9,5 кВт/м^2. На поверхности испарителя холодильной машины также осуществляется конденсация влаги, удаляющейся с поверхности продукта.

Вакуумное обезвоживание творога рекомендуется осуществлять при толщине слоя 15 мм. Продукт при этом размещается в форме гранул размером 5 мм. Вакуумная инфракрасная сушка проводится при остаточном давлении 3–4 кПа, температуре 60 °С и тепловой нагрузке в 3,5–3,9 кВт/м^2 до достижения влажности творога в 4 % [7].

В другом изобретении [8] предлагается двухступенчатый способ вакуумной сушки ягод. Продукт перед сушкой измельчают до толщины слоя 5–10 мм. На первом этапе сушки остаточное давление составляет 8–12 кПа, а температура – (60–65) °С. Второй этап обезвоживания предполагает поддержание остаточного давления в камере 3–4 кПа, а температуры – на уровне 70–80 °С.

Таким образом, были рассмотрены основные аспекты вакуумной сушки пищевых продуктов, представлены актуальность данного метода консервирования. Приведены некоторые способы интенсификации данного метода обезвоживания.

Список литературы

1. Дубкова, Н. З. Кинетика вакуумной сушки при получении порошков из растительного сырья / Н. З. Дубкова, З. К. Галиакбеков, Н. А. Николаев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 10. – С. 23–25.

2. Ермолаев, В. А. Теоретическое обоснование и практическая реализация технологии сухого сырного продукта : дис. … д-ра техн. наук : 05.18.04 / Ермолаев Владимир Александрович. – Кемерово, 2013. – 466 с.

3. Верещагин, А. Л. Вакуумно-импульсная сушка лисичек настоящих / А. Л. Верещагин, И. В. Щеглова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 4. – С. 102–106.

4. Родионов, Ю. В. Сравнительный анализ эффективности сублимационной и двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушки / Ю. В. Родионов, И. В. Попова, Д. А. Шацкий // Труды международного научно-технического семинара «Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов». – Воронеж, 2010. – С. 160–166.

5. Муштаев, В. И. Сушка дисперсных материалов. / В. И. Муштаев, В. М. Ульянов. – М. : Химия, 1988. – 352 с.

6. Пат. № 2405352 Российская Федерация, МПК A23C 19/086, A23B 5/04. Способ вакуумной сушки сыра / Остроумов Л. А., Просеков А. Ю., Ермолаев В. А. ; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2009121003/13 ; заявл. 02.06.2009 ; опубл. 10.12.2010.

7. Пат. № 2357421 Российская Федерация, МПК A23C 1/00, A23C 19/076. Способ вакуумной сушки творога / Буянов О. Н. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2007142048/13 ; заявлено 13.11.2007 ; опубл. 10.06.2009.

8. Пат. № 2462867 Российская Федерация, МПК A23B7/02. Способ вакуумной сушки ягод / Ермолаев В. А., Федоров Д. Е., Масленникова Г. А. ; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2011122882/13, заявл. 06.06.2011 ; опубл. 10.10.2012.

УДК 621.576.5

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА ПОДАЧИ ГЕРМЕТИЧНЫХ ПОРШНЕВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Д. С. Васильев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

При расчете и проектировании поршневых компрессоров важным параметром является коэффициент подачи.

Все объемные потери действительного компрессора учитываются коэффициентом подачи λ, т.е. отношением действительной объемной подачи компрессора $V_д$, к теоретической объемной подаче $V_т$ [1].

$$\lambda = \frac{V_д}{V_т}. \quad (1)$$

Коэффициент подачи зависит главным образом от величины «мертвого» объема цилиндра и отношения давлений конденсаций и кипения. Кроме того, оказывают влияние температура засасываемых паров, скорость движения поршней и паров при проходе клапанов, их сопротивление, герметичность рабочей полости и др.

Обычно коэффициент подачи дается в виде зависимости $\lambda = f\left(\frac{P_к}{P_0}\right)$, как результат испытаний работы компрессора при различных рабочих режимах.

Коэффициент подачи показывает, насколько отличается производительность действительного компрессора от производительности идеального, имеющего те же геометрические характеристики. Коэффициент подачи λ является безразмерной характеристикой производительности действительного компрессора [2].

Целью настоящей работы является определение зависимости коэффициента подачи некоторых компрессоров от степени повышения давления расчетным путем, а также холодопроизводительности этих компрессоров в зависимости от условий их работы.

Выбранные для анализа компрессоры, а также их характеристики в соответствии с данными, публикуемыми производителями компрессоров указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика компрессоров Embraco Aspera [3]

Модель	**Объём цилиндра, см^3**	**Холодопроизводительность EN12900, Вт**						
		Температура конденсации, °С	**Температура испарения, °С (без переохлаждения)**					
			-20	**-15**	**-10**	**-5**	**0**	**5**	**10**
NEK6213GK	12,12	55	–	–	788	958	1115	1366	1603
		45	666	804	972	1171	1403	1666	1963
EMT6165GK	5,2	55	–	–	384	471	570	682	808
		45	315	392	482	588	706	840	989
NT6220GK	14,5	55	–	–	853	1061	1307	1589	1907
		45	678	858	1080	1342	1645	1985	2362

Выбранные компрессора работают на хладагенте R404a, от сети 220/240 В и с частотой переменного тока 50 Гц.

Исходными данными для расчета коэффициента подачи являются: холодопроизводительность компрессора $Q_{0д}$, температура кипения t_0, температура конденсации $t_к$, холодильный агент R404a, температура перегрева ΔT=10 К.

Вначале определяются узловые точки цикла холодильной машины.

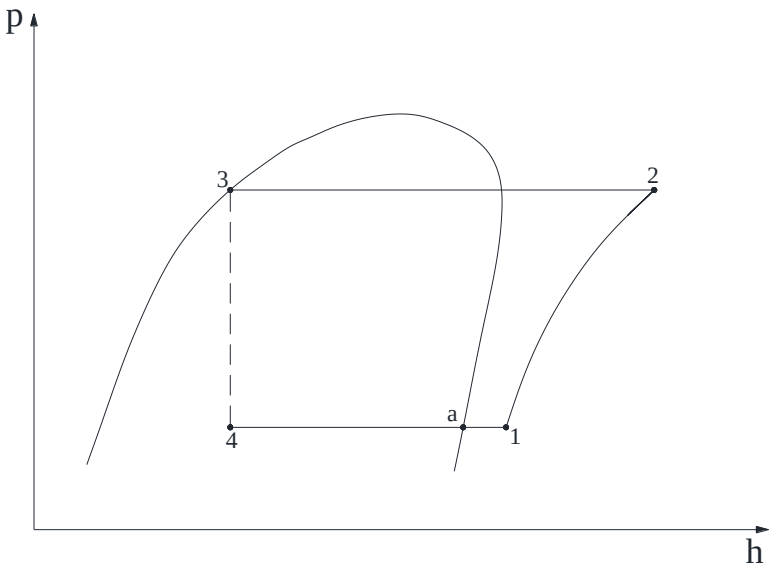


Рисунок 1 – Цикл одноступенчатой холодильной машины (без переохлаждения)

После, производится определение величины λ по методике принятой для поршневых компрессоров.

Удельная массовая холодопроизводительность, кДж/К:

$$q_0 = h_a - h_4, \quad (2)$$

где h – энтальпия в узловой точке, кДж/кг.

Массовый расход рабочего вещества, кг/с:

$$G_д = \frac{Q_{0д}}{q_0}, \quad (3)$$

где $Q_{0д}$ – действительная холодопроизводительность компрессора, кВт.

Действительная объемная холодопроизводительность компрессора, $м^3/с$:

$$V_д = G_д \cdot \upsilon_1, \quad (4)$$

где υ_1 – удельный объём в точке 1, $м^3/кг$.

Теоретический объем, описываемый поршнями, $м^3/с$:

$$V_т = V_ц \cdot n, \quad (5)$$

где $V_ц$ – объём цилиндра, $м^3$; n – частота вращения, $с^{-1}$.

$$\lambda = \frac{V_д}{V_т} \quad (6)$$

На рисунке 1 приведены результаты расчетов коэффициента подачи на основании данных, полученных из каталогов фирм – производителей.

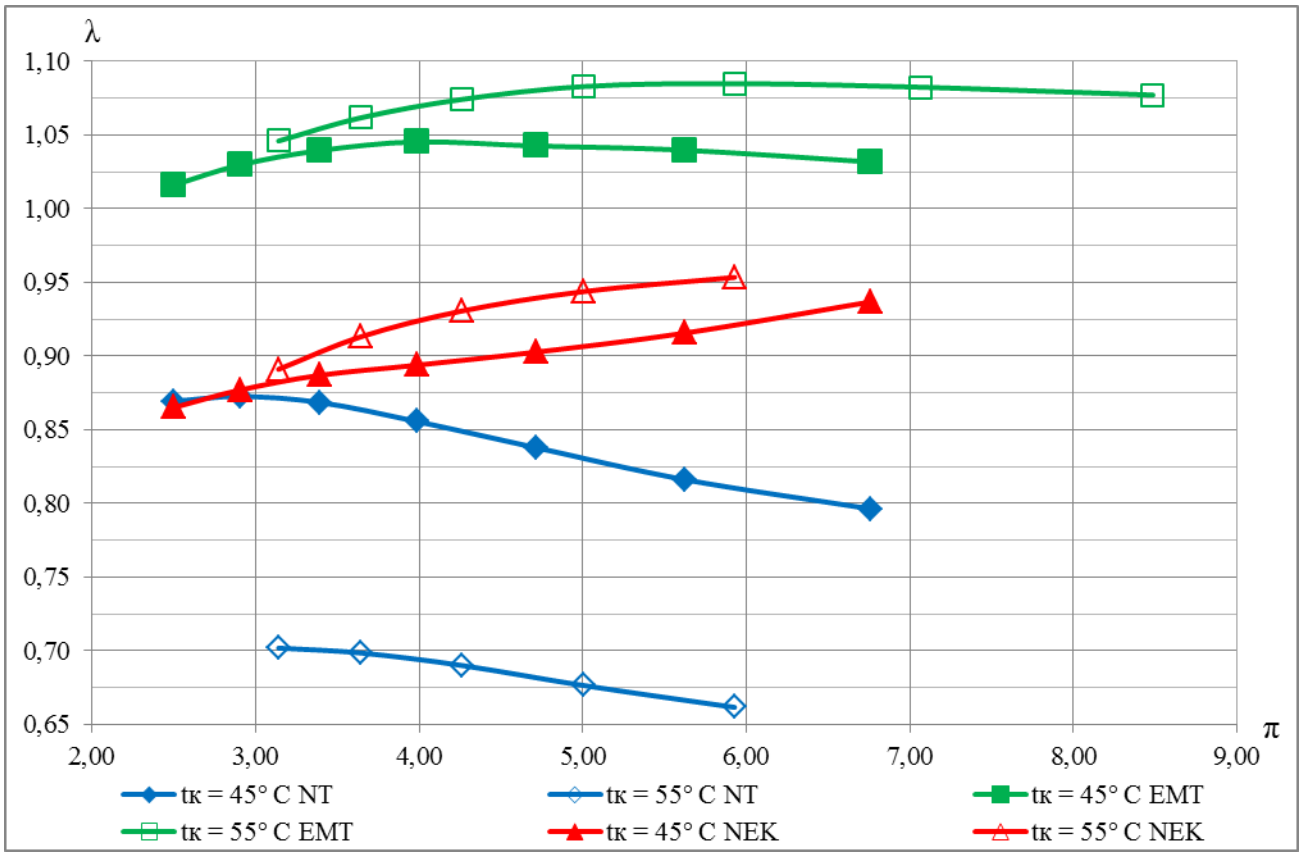


Рисунок 2 – Расчетный коэффициент подачи герметичных компрессоров, полученный на основании данных каталогов от фирм-производителей в зависимости от степени повышения давлений при температурах конденсации $t_к$=45° С и $t_к$=55° С: NT – компрессор Embraco Aspera NT6220GK; EMT – компрессор Embraco Aspera EMT6165GK; NEK – компрессор Embraco Aspera NEK6213GK.

Как видно из представленных на рисунке 2 результатов величина коэффициента подачи компрессора EMT более единицы, а у компрессора NEK значение коэффициента подачи увеличивается с ростом степени повышения давления, что не согласуется с термодинамическими основами сжатия газов. Таким образом, данные представлены в каталогах фирмами-производителями – некорректны. Корректные значения характеристик имеет только компрессор NT, так как графическое изображение зависимости коэффициента подачи от степени повышения давлений, полученное из анализа данных каталога согласуется с термодинамической теорией.

Так же коэффициент подачи λ можно определить путем произведения четырех коэффициентов [4, 5]:

$$\lambda = \lambda_с \cdot \lambda_{др} \cdot \lambda_т \cdot \lambda_{пл}, \qquad (7)$$

где $\lambda_с$ – объемный коэффициент; $\lambda_{др}$ – коэффициент дросселирования; λ_m – коэффициент подогрева; $\lambda_{пл}$ – коэффициент плотности.

Объемный коэффициент рассчитывается:

$$\lambda_c \approx 1 - c \cdot \left(\pi^{\frac{1}{n}} - 1 \right), \quad (8)$$

где c – относительная величина мертвого пространства.

У оставшихся коэффициентов имеются средний диапазон значений: $\lambda_{др} = 0{,}98 \div 1$, $\lambda_т = 0{,}98 \div 0{,}75$, $\lambda_{пл} = 0{,}95 \div 0{,}99$.

На рисунке 3 приведены результаты расчетов коэффициента подачи, на основании данных изложенных выше.

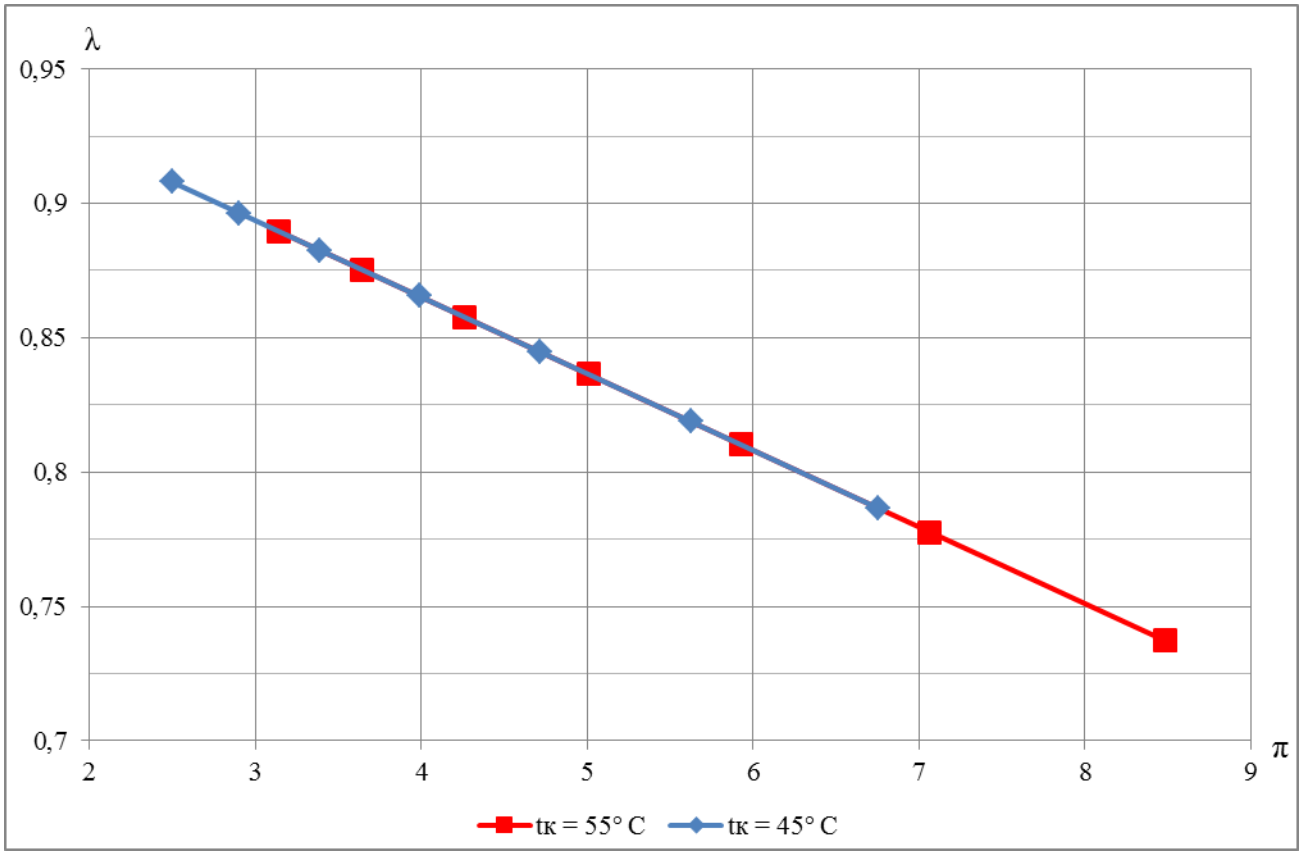


Рисунок 3 – Расчетный коэффициент подачи герметичных компрессоров, полученный в результате произведений четырех коэффициентов, учитывающих влияние работы действительного компрессора в зависимости от степени повышения давлений при температурах конденсации $t_к$=45° C и $t_к$=55° C

Как видно из представленных на рисунке 3 результатов величина расчетного коэффициента подачи, равно как и зависимость $\lambda = f(\pi)$ (при степени повышения давления коэффициент подачи уменьшается) соответствует термодинамической теорией.

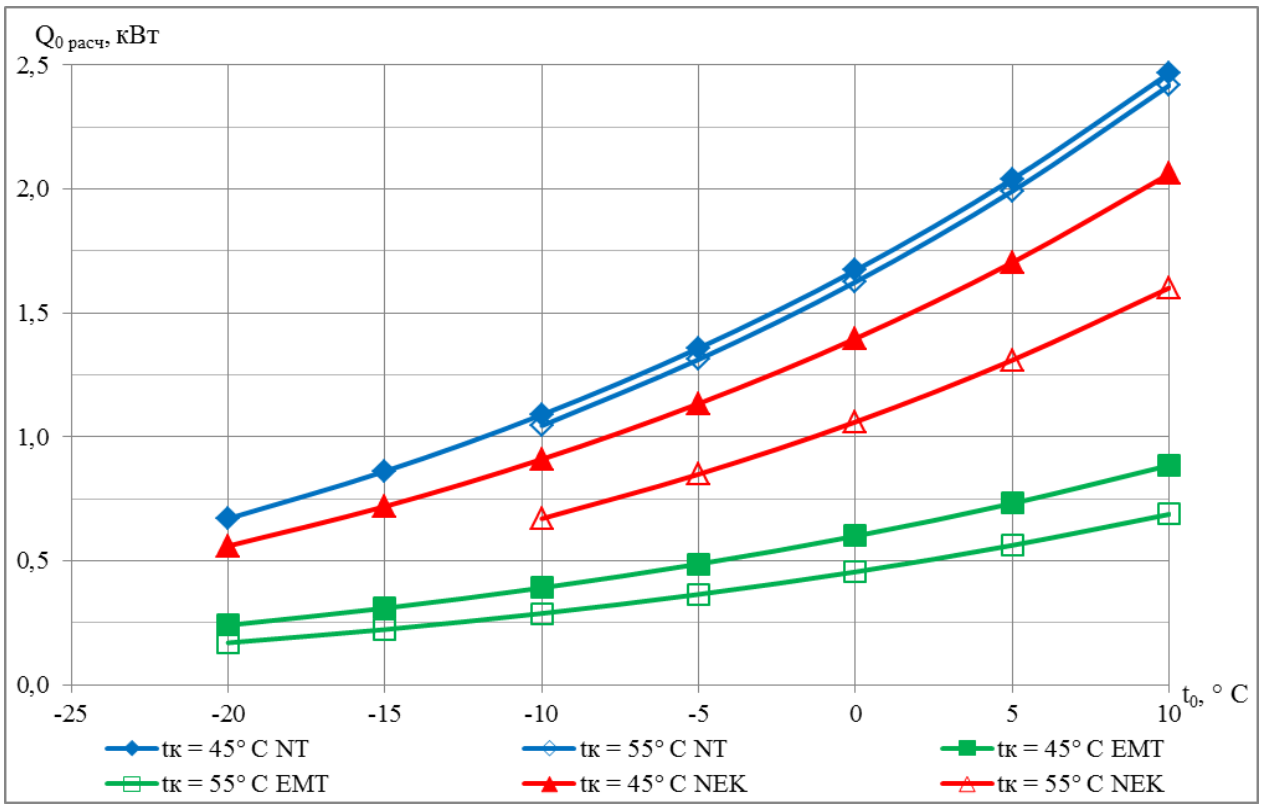


Рисунок 4 – Зависимость расчетной холодопроизводительности герметичных компрессоров от температуры кипения при температурах конденсации $t_к$=45° С и $t_к$=55° С:
NT – компрессор Embraco Aspera NT6220GK; EMT – компрессор Embraco Aspera EMT6165GK; NEK – компрессор Embraco Aspera NEK6213GK.

Как видно из представленных на рисунке 4 результатов холодопроизводительность компрессора NT полученная расчетным путем, при $t_к$=45° С и $t_к$=55° С практически не меняется.

Таким образом, при сравнении коэффициента подачи компрессоров, полученные расчетным путем на основании данных каталогах фирм-производителей, получилось, что у компрессора NEK с ростом степени повышения давления, коэффициент подачи также увеличивается. А у компрессора EMT коэффициент подачи получился больше единицы. Следовательно, данные показаны в каталогах фирм-производителей неточны, потому что противоречат термодинамическим основам сжатия газов. Хотя для компрессора NT получились корректные значения, которые согласуются с термодинамической теорией.

Список литературы

1. Лашутина Н. Г. Холодильные машины и установки [Текст] / Н. Г. Лашутина, Т. А. Верхова, В. П. Суедов – М.: КолосС, 2006. – 440 с.
2. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры в 2 т. [Текст] / П. И. Пластинин. – М.: КолосС. – 2006 Т. 1: Теория и расчет. – 2006. – 456 с.
3. Коммерческая линия продукции для европейского рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа к каталогу: http://komplekt-group.ru/d/349717/d/embraco_kompressory_2013.pdf.
4. Korotkiy, I.A. Energy efficiency analysis of the sea buckthorn (hippophae rhamnoides) fruits quick freezing / I. A. Korotkiy, E. V. Korotkaya, V. V. Kireev // Foods and Raw Materials. – 2016. Т. 4. № 1. pp. 110-120.
5. Korotkiy, I. A. Analysis of the energy efficiency of the fast freezing of blackcurrant berries / I. A. Korotkiy //Foods and Raw Materials. – 2014. Т. 2. № 2. pp. 3-14.

УДК 681.51: 664.681.2

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ РАСТОПЛЕННОГО ЖИРА С ЖИРОТОПА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КРЕМА

К. А. Газизова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Одной из главных и неотъемлемых черт современного этапа НТП, промышленного развития является повсеместное внедрение информационных технологий, вычислительной техники в различные сферы и отрасли науки и производства. Автоматизация научных, технологических, организационно-управленческих решений позволяет значительно сократить трудовые и материальные затраты, получить качественно новые результаты, обеспечить интенсивный рост. В то же время такие мероприятия, как правило, требуют существенных финансовых затрат, и поэтому в условиях рыночных отношений проблема экономического обоснования создания и функционирования автоматизированных систем, программного обеспечения является весьма острой.

Автоматизация технологических процессов производства в кондитерской промышленности осуществляется путем внедрения систем контроля, регулирования и управления на базе комплекса технических средств общепромышленного и отраслевого назначения. В настоящее время в кондитерской промышленности уже накоплен значительный опыт автоматизации технологических процессов. Современное развитие промышленного производства кондитерских изделий сопровождается все более широким применением автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Применение систем управления с использованием программируемых средств управления на основе микропроцессорной техники обусловлено универсальностью, высокой надежностью в эксплуатации, возможностью изменения программы функционирования. Стоимость таких систем ниже стоимости аналогичных систем, созданных на основе традиционных технических средств автоматического управления. Характерной особенностью современных автоматизированных систем управления в кондитерской промышленности является то, что они осуществляются на основе типовых алгоритмов и математических моделей с учетом особенностей данной отрасли. Широкое применение автоматизированных систем управления обусловливается значительным экономическим эффектом, который достигается благодаря обеспечению заданных качеств вырабатываемых продуктов независимо от субъективных факторов; уменьшению потерь ценных продуктов; снижению трудоемкости процессов производства; повышению культуры производства и т. д.

Объектом данной работы является технологический процесс приготовления крема для вафельных трубочек на кондитерской фабрике «Рахат-LOTTE».

АО «Рахат-LOTTE» – одно из крупнейших кондитерских предприятий Казахстана. Главная производственная площадка фабрики расположена в г. Алма-Ата на ул. Зенкова, 2а. В ноябре 2013 года 76 % акций АО «Рахат» были приобретены LOTTE Confectionery (кондитерская компания из Южной Кореи). В 2015 году Lotte увеличила свою долю до 92,44 %. Основана в 1942 году на базе цехов Алматинского ликероводочного завода и Московских кондитерских фабрик «им. Бабаева» и «Рот Фронт». Выпускает шоколадные изделия, карамель, печенье, вафли, восточные сладости, зефир, мармелад и другую продукцию. В 1965 году на фабрике началась реконструкция и расширение ряда цехов основного производства, в 1967 году сдан в эксплуатацию бисквитный цех, а в 1980 году – цех по переработке какао-бобов и производству шоколадных изделий (проектная мощность 12,7 тысяч тонн изделий в год). В 1982 году уровень механизации труда составил 64,8 %, в том числе в цехах основного производства 71,5 %, а на участках вспомогательной службы 47,9 %.

Процесс приготовления вафельных трубочек осуществляется в бисквитном цехе. Происходит выпечка вафельных листов, приготовление крема для вафельных трубочек, приготовление клея для склеивания вафельных листов, резка уже готовых трубочек и

упаковка. Рассмотрим подробнее процесс приготовления крема для трубочек. В турбомиксер ТСМ-250 RS происходит подача всех необходимых компонентов для приготовления крема. Одним из главных компонентов крема является растопленный жир.

До внедрения системы автоматизации в процесс подачи растопленного жира в баки, где непосредственно происходит процесс перемешивания компонентов крема, подача осуществлялась оператором вручную, т. е. оператор набирал необходимое количество растопленного жира и выливал в баки, что существенно замедляло общий процесс. Чтобы устранить данную проблему, было принято решение установить промежуточный бак, куда непосредственно будет осуществляться подача растопленного жира, а уже далее – в бак, где происходит перемешивание компонентов, и автоматизировать сам процесс подачи. Необходимо установить трубопроводы от жиротопа до промежуточного бака, далее установить два насоса (первый насос непосредственно будет осуществлять подачу жира, а второй будет необходим, если откажет первый). Также необходимо учесть функцию реверса, для обратной промывки труб; осуществлять контроль уровня растопленного жира в промежуточном баке и дополнительно необходимо контролировать температуру в жиротопе.

Была спроектирована система подачи жира в бак при помощи центробежного насоса. Был спроектирован щит автоматизации для управления насосами, основанием для разработки щита управления является полная принципиальная схема управления, контроля и сигнализации, был учтен наглядный контроль над состоянием и управлением оборудования при помощи светосигнальной арматуры и кнопочных постов. Для контроля уровня жира в промежуточном баке был установлен фотоэлектрический датчик компании OMRON. Датчик был установлен напротив максимального уровня жира; как только датчик срабатывает, осуществляется передача сигнала на контроллер и подача жира прекращается.

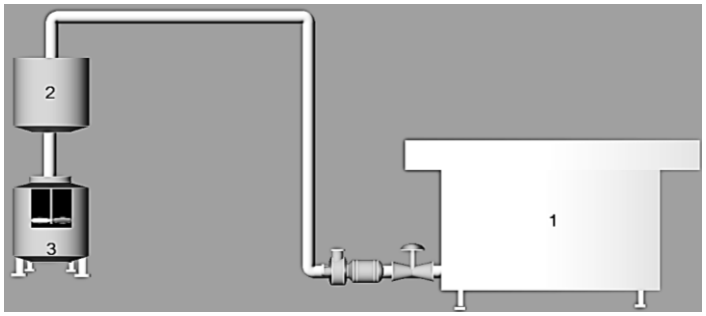


Рисунок 1 – Мнемосхема технологического процесса
1 – жиротоп, 2 – промежуточный бак, куда непосредственно осуществляется подача растопленного жира, 3 – турбомиксер, в котором осуществляется перемешивание всех компонентов для крема

Эффективность внедрения АСУТП технологической линии приготовления начинки:

1. Улучшение качества готового продукта и сокращение расхода компонентов за счет повышения точности дозирования.
2. Сокращение простоя оборудования, к примеру, частое приостановление турбомиксера начинки.
3. Улучшение условий работы технологического персонала за счет централизации основных функций, таких как контроль и управление.

УДК 621.798:663,91,054

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ УПАКОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАВЕРТКИ КОНФЕТ

Я. С. Головачева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Конфеты – кондитерские изделия из одной или нескольких конфетных масс, изготовленных на сахарной основе, с различными добавками, мягкой консистенции и высокой калорийности. Конфетные массы получают на основе сахара с внесением различных добавок.

Шоколадные конфеты довольно хрупкий продукт, в связи с этим автоматизированное упаковочное оборудование мало распространено, и на большинстве предприятий для выполнения многих фасовочно-упаковочных операций применяется человеческий труд. Так как многое зависит от человеческого фактора, процесс упаковки продукции в целом значительно замедляется, что снижает общую производственную мощность предприятия. Исходя из этого, в рамках этой статьи нами будут рассмотрены конструкции, а также принципы работы упаковочного оборудования, а именно, заверточных автоматов для карамели марки КЗАМ – 160 и полуавтомат для завертки шоколадных конфет марки ЕФ – 1.

Рассматриваемые упаковочные автоматы производят завертку одинаковым способом – вперекрутку в три обертки: подвертку, фольгу и парафинированную этикетку, подаваемые с рулонов (бобин).

Заверточный автомат ЕФ – 1, представленный на рисунке 1 предназначен для завертки шоколадных конфет различной формы и размеров.

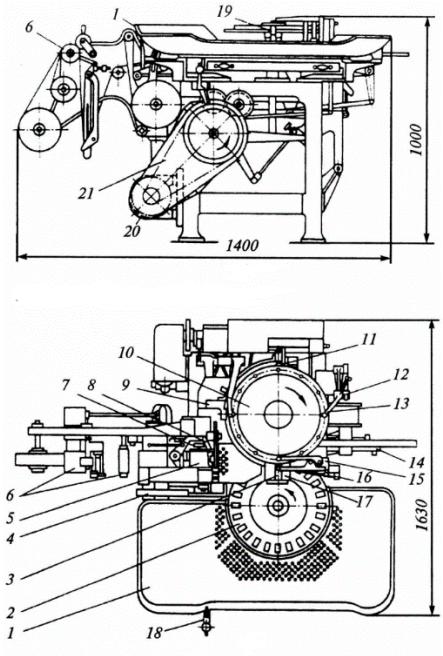


Рисунок 1 – Заверточный автомат марки ЕФ – 1

Технологический процесс завертывания конфет выполняется следующим образом. Предназначенные к завертке изделия высыпаются на приемный стол 1, затем вручную укладываются в ячейки периодически движущегося приемного диска 2. Поворачиваясь на определенный угол, приемный диск подводит конфету под загибочную станцию. Одновременно щипцы 4 подтягивают этикет с подверткой на нужный размер отрезки, после чего ножницы 7 производят отрезку. Отрезанную бумагу щипцы 14 переносят в положение над изделием. Движущийся навстречу друг другу верхний 19 и нижний 3 пуансоны

захватывают и удерживают между собой изделие вместе с бумагой. Щипцы раскрываются, отпускают бумагу и отходят в сторону. Одновременным движением вверх верхний 19 и нижний 3 пуансоны проносят конфету и бумагу сквозь рамку загибочной станции. Проходя сквозь рамку, бумага загибается по форме изделия. В таком положении карамель с бумагой попадает в раскрытые захваты рабочей карусели 10, которые закрываясь захватывают с боков карамель вместе с бумагой. Нижний 3 и верхний 19 пуансон уходят соответственно один вниз, другой вверх. Движением пластины 17 загибочной рамки 9 происходит загибка одного края бумаги под конфету.

Рабочая карусель 10 периодически поворачивается на определенный угол, при этом второй край бумаги, встречая на своем пути гладкую пластину 17, подворачивается, накладывается на первый уже подвернутый край. Вокруг изделия образуется бумажная трубочка. Продолжая поворот, рабочая карусель 10 подает завернутую в трубочку конфету к заверточным головкам 11, которые своими губками захватывают концы бумажной трубочки, перекручивают их и создают плотные бумажные узлы с обеих сторон. Этой операцией заканчивается завертка изделия. Дальнейшим вращением карусели завернутая карамель подается к выбрасывателю 12. Рычаг 13 нажимает на разжимной стержень и раскрывает захваты. Завернутая карамель падает в наклонный лоток и по нему соскальзывает в ящик. При отсутствии изделия в ячейке приемного диска контрольный датчик 16, опускаясь, приводит в движение выключающий рычажок, который препятствует закрытию щипцов; щипцы в этом случае не захватывают обертку и механизмы машины срабатывают вхолостую.

Технические характеристики упаковочного автомата марки ЕФ – 1 представлены в таблице 1.

Таблица 1- Технические характеристики заверточного автомата марки ЕФ – 1

Производительность, шт/мин		60…120
Электропотребление, В		220…380
Потребляемая мощность, кВт		0,8
Габаритные размеры, мм		1400x1630x1000
Масса, кг		550
Размеры упаковываемого Изделия, мм	**Длина**	42…50
	Ширина	22…29
	Высота	14…16

Заверточный автомат КЗАМ – 160, представленный на рисунке 2 предназначен для завертки карамели различной формы и размеров.

Принцип действия автомата аналогичен принципу действия машины марки ЕФ – 1, (описание выше), различие заключается лишь в том, что изделия на завертку подаются самораскладом, без применения ручного труда. Загружаемая в бункер 13 карамель, поступает в расположенный на дне бункера диск с ячейками, соответствующими форме карамели. Из диска, благодаря наклону, карамель по одной штуке поступает через спускной лоток 15 в ячейки раскладочного диска 12, а из него - к нижнему пуансону. Одновременно к изделию подается обертка. Дальнейший процесс работы автомата такой же, как и машины ЕФ – 1.

Самораскладом в данном оборудовании является бункерный дисковый питатель. Рассмотрим подробнее принцип его работы. Питатель состоит из вибрирующего загрузочного бункера 1, вибрирующего вращающегося на дне бункера диска с ячейками, нижнего диска 2, спускного лотка 4, червячного механизма для привода питателя и колонны 3. Карамель засыпается в бункер 1, из которого поступает на расположенный на дне бункера вращающийся наклонный диск с ячейками, соответствующими форме карамели. Благодаря наклону диска карамель попадает в ячейку по одной штуке, затем передвигается вверх и через спускной лоток 4 попадает в ячейки раскладочного диска 5 заверточной машины.

Привод питателя осуществляется от распределительного вала заверточной машины через червячный механизм.

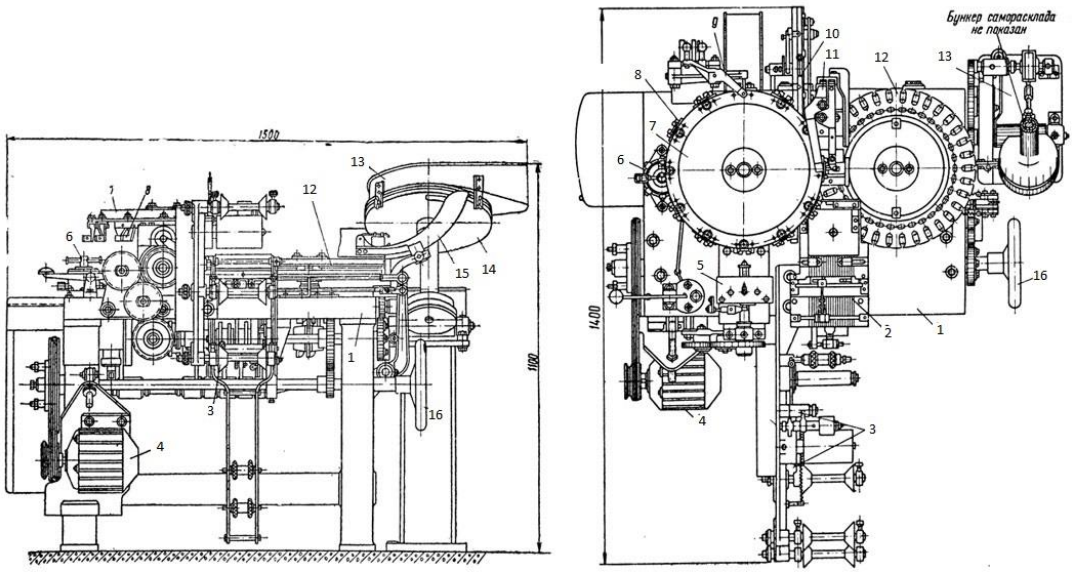


Рисунок 2 – Заверточный автомат марки КЗАМ – 160

Для устранения попадания в ячейки диска по два изделия в бункере предусмотрен ограничитель в виде полоски из резины. Для отвода образующихся крошек предусмотрен отводной лоток 11 и сборник 12. Производительность питателя зависит от производительности заверточной машины и колеблется в пределах 110-130 штук в минуту.

Технические характеристики упаковочного автомата марки КЗАМ – 160 представлены в таблицы 2.

Таблица 2 – Технические характеристики заверточного автомата марки КЗАМ – 160

Производительность, шт/мин		До 160
Электропотребление, В		220…380
Потребляемая мощность, кВт		0,6
Габаритные размеры, мм		1500x1400x1100
Масса, кг		550
Размеры упаковываемого Изделия, мм	**Длина**	55…80
	Ширина	80…100
	Высота	14…16

В результате сравнения было выявлено, что работа заверточного автомата марки ЕФ – 1 с применением ручного труда, значительно уступает по производительности упаковочному автомату марки КЗАМ – 160. Шоколадные конфеты считаются более хрупкими изделиями по сравнению с карамелью, поэтому необходимо, подобрать и усовершенствовать дополнительную единицу оборудования, для увеличения производительности, устранения брака и заменой ручного труда.

Список литературы

1. Олейникова А. Я., Магомедов Г.О. Проектирование кондитерских предприятий: учебник . – 2е изд, расшир,. и доп / А. Я. Олейникова, Г. О. Магомедов. – Спб.: ГИОРД, 2004. – 416 с.

2. Заверточные машины для штучных изделий : [сайт]. URL: http://food-mechanics.ru/?p=1547.

UDC 602.4:628

ADVANTAGES OF BIOTECHNOLOGICAL METHODS OF WATER PURIFICATION

V. V. Grishchenko
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Biotechnology is a science which is used in different fields from biomedicine and bioengineering to such simple and essential processes as water purification. Water is a necessary resource for life. Soon there will be no pure drinking water on the earth, having today's production level of water pollution.

Nowadays enterprises use up water for steam generation, making solutions and for cleaning facilities. But then water is affected by chemical elements and becomes unsuitable for drinking. Different methods are used to purify it [1].

Currently one of the most productive methods of water purification is ultraviolet lamps which are set up everywhere. But are they so efficient?

The basic problems of using ultraviolet water purification are:

Such factors affect the quality of water purification as size and sort of organism, muddiness of water, temperature and necessity of changing lamps.

The service life of one ultraviolet lamp is about several thousand hours of continuous operation. Then the equipment has to be changed. That makes it more expensive [2].

The biological method is more multipurpose for water purification. It is based on the ability of microorganisms to use different substances containing in the waste water, as the source of power in processes of life. The purpose of biological purification is the transformation of organic pollution into unharmful oxidation products – like H_2O, CO_2, NO_3-, SO_4- and others. The process of biochemical destruction of organic pollution occurs under the impact of the protozoa's evolving in this purifying structure. Feeding and breathing are the main metabolism processes (tab. № 1).

Tab №1. Types of organic waste and methods for the biological treatment

Physical state	Types of waste	COD	Method of treatment	Advantage
Liquid	urban industrial	200–500 300–50000 1000–3000	aerobic	comprehensive purification no excess silt water purification cheapness
Semiliquid	precipitate of waste water manure	4000–6000 2000–7000	aerobic	methane, no smell
Solid	domestic solids organic part of domestic solids manure		aerobic composting	fertilizer cheapness , high quality fertilizer

The advantages of the biological method of purification are the ability to remove a variety of organic compounds including toxic ones from the waste water, the simplicity of the equipment design and relatively low operating costs. The disadvantages include strict keeping to the technological purification mode, toxic action on microorganisms of some organic compounds and the necessity of diluting waste water in case of high impurity concentrations. The disinfection of water occurs before the discharge of water into the reservoir. Chlorination is used more often with gaseous chlorine or chlorine lime [3].

Biological purification of natural and waste water is a sufficiently well-studied and widely used method now, the significance and role of which will only grow in connection with the requirements of environmental friendliness and efficiency of modern types of production. There are many ways of biological purification of waste water; the main ones are.

Aerobic biochemical purification occurs as a result of water oxidation with the help of aerobic microorganisms (mineralizers) in the process of using this substance as a source of nutrition in conditions of intensive consumption of oxygen dissolved in water by microorganisms.

But the most universal way of treating waste water is treatment with active silt. Active silt is an amorphous colloid with a surface of 100 m^2/g of dry matter. It has the form of brown-yellow small flakes of 3–150 microns in size, suspended in water. 1g of dry silt contains from 108 to 1012 pieces of bacteria. At the same time a certain kind of bacteria is capable of oxidizing certain substances [4].

Micro fauna of active silt is represented mainly by unicellular animals – protozoa, but it also contains more complexly organized representatives of the animal world, for example, rotifers and round worms [5].

Thus, the biological purification of waste water, based on the application of an identical natural biological flora, makes it possible to obtain better and cheaper purification of waste water in industrial areas where organic substances are used.

Literature sources

1. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности / С. В. Белов. – М. : Высшая школа, 2007. – 616 с.

2. Источники загрязнения воды нефтью и установки очистки. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: otherreferats.allbest.ru›Экология›00185246_0.html.

3. Биохимическая очистка сточных вод. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: sdelaemsami.ru›slovar075.html.

4. Банина, Н. Н. Оценка технологического процесса очистки воды по состоянию активного ила / Н. Н. Банина // Фауна аэротенков (Атлас). – Л. : Наука, 1984. – С. 24–31.

5. Родионов, А. И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов / А. И. Родионов, Ю. П. Кузнецов, Г. С. Соловьев. – М. : Химия, КолосС, 2005. – 392 с.

УДК 681.51:661.74

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИЕМА И ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭФИРОВ НА ООО «ХИМПРОМ»

Е.В. Дементьева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Общество с ограниченной ответственностью «Химпром» занимает ведущее место среди российских производителей химической продукции. Основными направлениями деятельности является производство продуктов хлорного производства и органического синтеза, кислот, автохимии.

Объектом автоматизации является технологический процесс приема и подготовки сырья для производства полиэфиров на ООО «Химпром» (рисунок 1), который осуществляется в соответствии с технологическим регламентом [1].

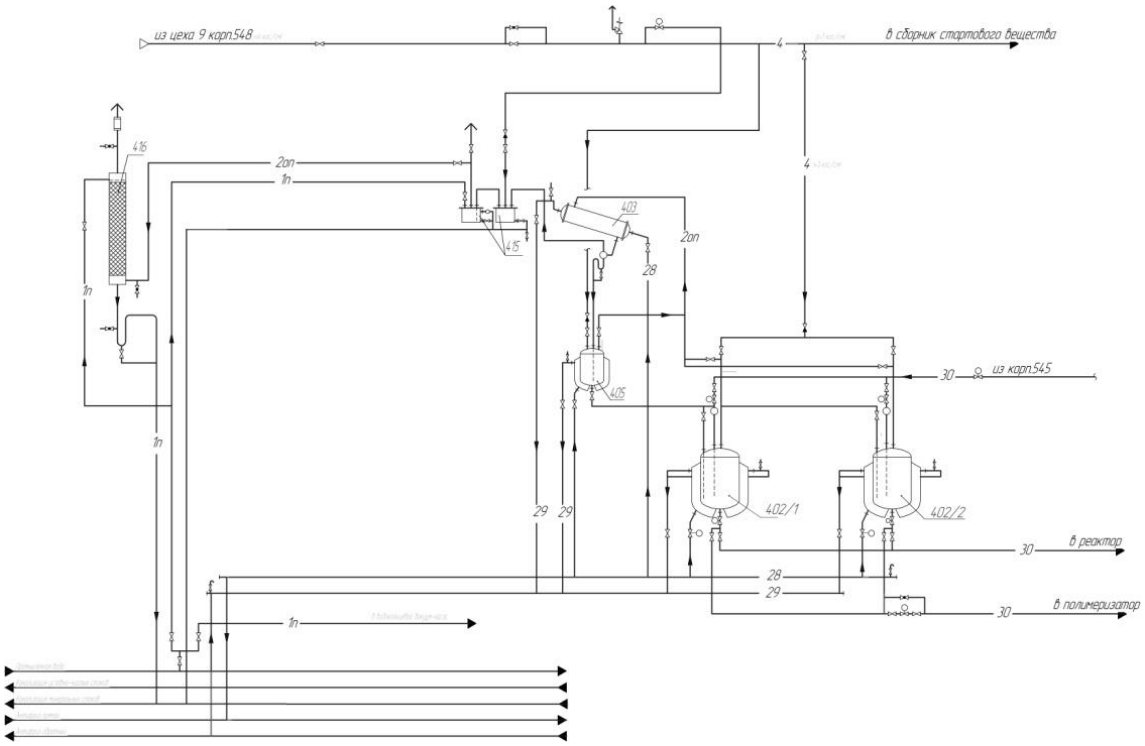


Рисунок 1 – Схема процесса приема и подготовки сырья для производства полиэфиров
416 – скруббер; 415 – гидрозатворы; 403 – конденсатор; 405 – сборник окиси пропилена; $402_{1,2}$ – мерники окиси пропилена

Окись пропилена давлением азота не более 3,0 кгс/см^2 транспортируют по трубопроводу из корпуса 545 в мерники (поз. $402_{1,2}$). Пары окиси пропилена из мерников (поз. $402_{1,2}$) поступают в конденсатор (поз. 403). Из конденсатора (поз. 403) жидкая окись пропилена стекает в сборник (поз. 405), откуда ее по мере накопления давлением азота сливают в мерники (поз $402_{1,2}$). Несконденсировавшиеся пары окиси пропилена проходят через гидрозатвор (поз. 415) и далее улавливаются в скруббере (поз. 416), орошаемом водой. Охлаждение окиси пропилена осуществляют антифризом с температурой 0 ÷ минус 10 °С, подаваемым в рубашки мерников (поз. $402_{1,2}$), сборника (поз. 405), в трубное пространство конденсатора (поз. 403). Мерники (поз. $402_{1,2}$) и сборник (поз. 405) оборудованы двумя приборами замера уровня с сигнализацией предмаксимального (75 %) и максимального (80 %) значений. При достижении максимального значения уровня в мерниках (поз. $402_{1,2}$) срабатывают отсечные клапаны на трубопроводах подачи окиси пропилена в мерники (поз.

$402_{1,2}$). По окончании приема окиси пропилена трубопровод продувают азотом из корпуса 545 в мерники (поз. $402_{1,2}$). Окись пропилена азотом давлением 3,0 кгс/см^2 передавливают в полимеризатор и реактор. ДМС-катализатор поступает в производство в банках. Расчетное количество ДМС-катализатора взвешивают на лабораторных весах и засыпают в полимеризатор. Ортофосфорную кислоту в канистрах доставляют с центрального материального склада предприятия. Расчетное количество ортофосфорной кислоты взвешивают на весах и через загрузочный люк загружают в полимеризатор. Пропиленгликоль доставляют в корпус 614а в бочках или полиэтиленовых контейнерах из корпуса 150 цеха №9. Расчетное количество пропиленгликоля взвешивают на весах и бочковым насосом (поз. 406) загружают в реактор. Агидол-1 поступает в корпус 614а в мешках. Расчетное количество агидола-1 взвешивают на технических весах и через загрузочный люк засыпают в полимеризатор. Азот давлением 3,5 ÷ 6,0 кгс/см^2 поступает в корпус из ресиверов корпуса 548 цеха 9. На входе в корпус 614а предусмотрена сигнализация минимального давления азота 3 кгс/см^2. На трубопроводе подачи азота установлены: регулирующий клапан, предназначенный для поддержания давления после себя 3 кгс/см^2; два механических редуктора, предназначенных для поддержания давления после себя 0,5 кгс/см^2 и 0,1 кгс/см^2. На трубопроводе подачи азота после регулирующего клапана и после редукторов установлены предохранительные клапаны, настроенные на давление полного открытия 3,45 кгс/см^2 и 1,0 кгс/см^2 соответственно. Азот давлением 0,1 кгс/см^2 подается в гидрозатвор (поз. 415).

Требуемое качество конечного продукта обеспечивается соблюдением технологического режима каждой операции, т.е. поддержанием нормативных значений технологических параметров, в том числе, за счет внедрения автоматизированных систем.

Нарушение температурного режима окиси пропилена вызывает нарушение технологического процесса производства полиэфиров. При этом возможно возникновение аварийной ситуации за счет повышения давления в реакторе в результате нарушения хода химической реакции.

Автоматизированная система управления технологическим процессом приема и подготовки сырья для производства полиэфиров предназначена для решения задач контроля, защиты, сигнализации, автоматического регулирования основных и вспомогательных технологических параметров объекта.

Цели создания системы:

- увеличение выпуска полиэфиров надлежащего качества;
- снижение риска возникновения аварийных ситуаций путем соблюдения условий химических реакций.

Автоматизированная система должна включать:

- сенсорный уровень: сенсоры, исполнительные устройства, элементы автоматизированного электропривода;
- контроллерный уровень: программируемые логические контроллеры (ПЛК);
- диспетчерский уровень: автоматизированное рабочее место (АРМ) с возможностью передачи данных в заводскую сеть;
- среды передачи данных, в том числе коммуникационное оборудование.

Для реализации сенсорного уровня АСУ выбраны технические средства фирмы «Метран». Тип привода исполнительных механизмов – пневматический. Контроллерный уровень также реализован на базе технических средств фирмы «Siemens». В ПЛК должен быть предусмотрен резерв незадействованных каналов ввода/вывода 5-10 %. На контроллерном уровне программирование ПЛК осуществляется в среде STEP 7 фирмы «Siemens». Для реализации функций оперативного управления и контроля выбрана SCADA-система Trace Mode.

Список литературы

1. Технологический регламент ООО «Химпром».

УДК 621.798: 633.241

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА СЕРИИ УПАКОВОК ДЛЯ ВИСКИ ТОРГОВОЙ МАРКИ «ASHFORD EMERALD»

К. Э. Демченко
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Виски – крепкий алкогольный напиток, получаемый из различных видов зерна с использованием процессов соложения, брожения, перегонки и длительного выдерживания в дубовых бочках. Из-за различности в производстве (оборудование, место производства, сырье) виски имеет различный друг от друга вкус и запах [1]. Именно в этом и заключается уникальность данного напитка. Но, несмотря на оригинальность напитка, популярность среди потребителя снижается за счет конкуренции с другими компаниями, которые производят вискарные напитки, а также с компаниями внутри рынка, которые производят водку, коньяк, пиво и т. д.

Для повышения конкурентоспособности на рынке сбыта, а также популяризации виски среди потребителей среднего класса необходима разработка нового дизайнерского решения для упаковки, которое должно быть привлекательным для потребителя и уникальным для рынка алкогольной продукции.

Создавая дизайн упаковки для торговой марки «ASHFORD EMERALD», компания получает возможность, которая несет в себе идею употребления качественного алкоголя высшего класса для среднестатистического населения страны возрастной категории от 20 до 40 лет.

Для разработки дизайна необходимо проанализировать упаковки ирландских компаний конкурентов. Основными представителями этого рынка являются компании торговой марки «Jameson», «Tullamore» и «Bushmills». В представленных компаниях присутствуют схожие элементы упаковки: цвет упаковки выполнен в темных тонах; текст расположен по центру либо имеет отцентровку по центру; присутствие графических элементов; некоторые важные элементы имеют золотистый цвет. Благодаря этому при разработке можно использовать конструкцию дизайна упаковок компаний конкурентов, а также можно сделать отличную от них конструкцию.

Одним из самых популярных видов виски является ирландский. Ирландский виски известен тем, что для его производства используется кристально чистая ирландская вода, при процессе варки используется торф как горючий материал и производство происходит только на территории Ирландии. Именно поэтому возникла идея создания торговой марки виски, которая будет выпускать продукцию высшего класса с вышеперечисленными качественными показателями.

Рисунок 1 – Логотип торговой марки «ASHFORD EMERALD»

Логотип торговой марки «ASHFORD EMERALD» (рис. 1) выполнен в обычном книжном стиле 80-х годов. Надпись выполнена шрифтом Bookman Old Style. Цвет торговой марки золотистый, который не меняется от цветового решения упаковки/этикетки. На рис. 1 показан логотип на фоне комплементарных цветов. Торговая марка «ASHFORD EMERALD» (Эшфордский Изумруд) имеет отсылку к Ирландии, которую в свою очередь называют Изумрудным островом, а именно к территории, на которой расположен замок Эшфорд, и территории, на которой производится виски данной марки.

Идея дизайна упаковки состоит в соединении книжного стиля, основного фона и графического элемента.

Цвет основного фона различен для разного срока выдержки виски. Так, для 18-летного виски используется темный травяной цвет, который характеризует то, что Ирландия является зеленым государством. Для 12-летного виски используется темный медный цвет, который характеризует то, что основное население Ирландии имеет медный и рыжий цвет волос. И для 8-летнего виски используют темно-синий цвет, обусловленный кристально чистой водой Ирландии.

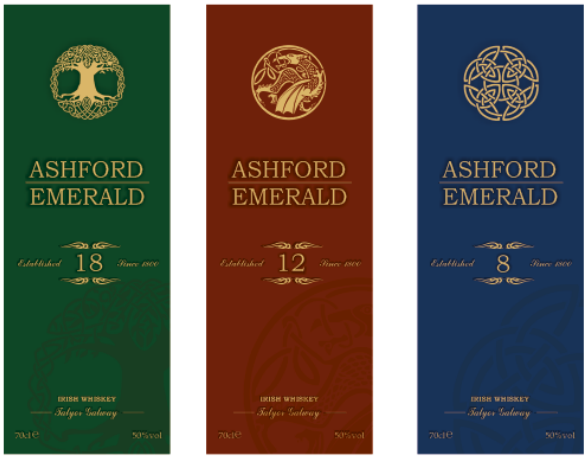


Рисунок 2 – Ассортиментный ряд упаковок торговой марки «ASHFORD EMERALD»

Ирландия – территория древних кельтов. Древние кельтские плетения и узоры являются частью истории и используются для каменной резьбы, обработки металлов и создания оберегов, поэтому в верхней части упаковки (рис. 2) расположены графические элементы в виде кельтского узора, каждый из которых имеет свое значение [2]. Дерево жизни – символ, означающий единение трех миров: преисподней, жизни на земле и на небе. Крылатый змей кельтов (Дух-Защитник) – символ, означающий соединение небесных и земных сил для создания защитного покрывала планеты, а также защищает источники знания и пророческой мудрости от вторжения непосвященных. Классическое кельтское плетение символизирует путь земной и духовный.

Ниже графического элемента расположена торговая марка в виде двустрочия с разделяющей строчки тонкой линией. Как и графический элемент, торговая марка расположена вдоль центра упаковки.

В центре упаковки расположена информация о сроке выдержки и годе начала производства виски данной торговой марки. Срок выдержки выполнен в том же шрифте, что и торговая марка, тогда как информация о годе начала производства (Established Since 1800) выполнен в шрифтовом стиле Commeercial Script BT. Данные элементы также отцентрованы вдоль упаковки.

В нижней части упаковки находится информация о том, что за продукт подлежал упаковке и кто создал производство виски. Надпись «Irish Whiskey» стилизована по типу торговой марки. Имя создателя производства (Talyor Galway) выполнено в стиле Commeercial Script BT и обрамлено с боков тонкими короткими линиями.

В самом низу упаковки расположена информация о том, сколько готового напитка находится в упаковке (0,7 л) и сколько градусов в этом напитке (50 % об.). Эти надписи выполнены шрифтом Bookman Old Style, одновременно с этим надписи отдалены от центра упаковки на равное расстояние.

Помимо надписей и видимого графического элемента, которые симметричны по центру упаковки, на внешней части упаковки расположен ассиметричный графический элемент в левом нижнем углу в виде видимого графического элемента, но выполненного

лаком. В данном случае этот элемент виден только при движении упаковки или попадания света на упаковку. Лаковый графический элемент расположен не только на передней части упаковки, также он переходит на левую часть коробки, делая ее оригинальной.

Для упаковки бутылок виски была выбрана картонная коробка прямоугольной формы, состоящая их двух частей: палетка, на которой будет располагаться бутылка с виски, и внешняя часть, предназначенная для перекрытия открытых частей внутреннего поддона. На дне поддона будет находиться атласная ткань для дополнительной защиты продукта. На краю внутреннего поддона находится лента, которая прикрепляется печатью на переднем виде внешней части коробки. Данное дизайнерское решение помогает сделать упаковку оригинальной, легкой в применении и дополнительно несет функцию защиты от несанкционированного вскрытия упаковки. В конечном счете, собранная коробка будет иметь форму параллелепипеда (рис. 3).

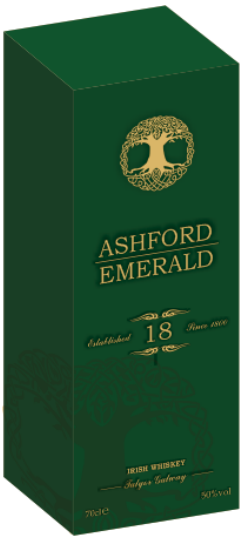


Рисунок 3 – Сборная упаковка

Список литературы:

1. Ирландский виски: особенности, история, виды и сорта, бренды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://alcofan.com/osobennosti-irlandskogo-viski.html.

2. Кельтский орнамент: история и символика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://white-nephilim.livejournal.com/17802.html.

УДК 637.33

СХЕМА СЕНСОРНОГО АНАЛИЗА КАЧЕСТВА СЫРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАТИСТИКИ И НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Д. А. Денисов, А. В. Чупин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В соответствии с методическими рекомендациями [1] органолептическую оценку качества сыра осуществляют дегустационные комиссии, которые формируются из числа аттестованных дегустаторов молочной продукции. При дегустации сыров небольшой номенклатуры (что характерно для небольших сыродельных производств) с постепенным изменением состава и свойств сырья, с введением пищевых добавок возможен дрейф качества сыра, а вместе с ним и дрейф ощущений дегустаторов. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно перед каждой дегустацией сыра проводить проверку сенсорной чувствительности и памяти экспертов дегустаторов. При дегустации сычужных твердых сыров на сыродельных предприятиях данная проверка, на наш взгляд, может ограничиваться определением у экспертов-дегустаторов способности к идентификации вкусовых ощущений, запаха, консистенции и, возможно, к распознаванию цвета. После завершения проверочных испытаний каждому эксперту по их результатам присваивается коэффициент веса его сенсорных оценок.

Процедура уточнения балльных оценок органолептических показателей включает в себя один или несколько этапов. На первом этапе с суммарными оценками комиссии знакомят тех экспертов-дегустаторов, у которых среднее квадратическое отклонение i-го показателя имеет наибольшее значение, и предлагают им пересмотреть оценку по данному показателю. Если эксперт-дегустатор меняет свою оценку, осуществляется расчет коэффициента конкордации с новыми значениями органолептического показателя. Если оценка экспертом не меняется, то возможно несколько вариантов дальнейшего уточнения. Во-первых, знакомство с суммарными оценками остальных членов комиссии и открытое обсуждение полученных результатов с последующей коррекцией балльных оценок тех показателей, которые имеют низкий уровень согласованности. Во-вторых, если оценки остаются без изменения, их балльные значения поступают на обработку в программу нечеткой обработки результатов сенсорного анализа.

Программа нечеткой обработки результатов сенсорного анализа представляет собой экспертную систему, в которой аккумулированы знания, опыт, интуиция высококвалифицированных специалистов по производству и реализации сыров. База продукционных логических правил представляет собой своеобразную базу знаний о сочетании характеристик органолептических показателей, о влиянии их на потребительские свойства сыра и его цену. Параметры и процедуры нечеткой обработки результатов сенсорного анализа сформулированы на основе анкетного опроса специалистов по производству и реализации сыров по алгоритмам, реализующим методы экспертных оценок.

Жесткие балльные границы между высшим и первым сортом не отвечают современным требованиям к формированию цен на сыр. Поэтому в систему нечеткой обработки результатов сенсорного анализа введена лингвистическая переменная нормированной цены анализируемой партии сыра, которая с помощью процедуры нечеткой логики однозначно связана с балльными оценками органолептических показателей.

Так как цена сыра зависит не только от потребительских показателей качества сыра, но и от затрат на его производство, от спроса на данную разновидность сыра, в схему проведения сенсорного анализа, показанную на рис. 1, включен блок расчета рекомендуемой цены сыра. В данном блоке осуществляется преобразование нормированной цены в реальную рекомендуемую цену с учетом изменения себестоимости данного вида сыра и изменения спроса на него у потребителей.

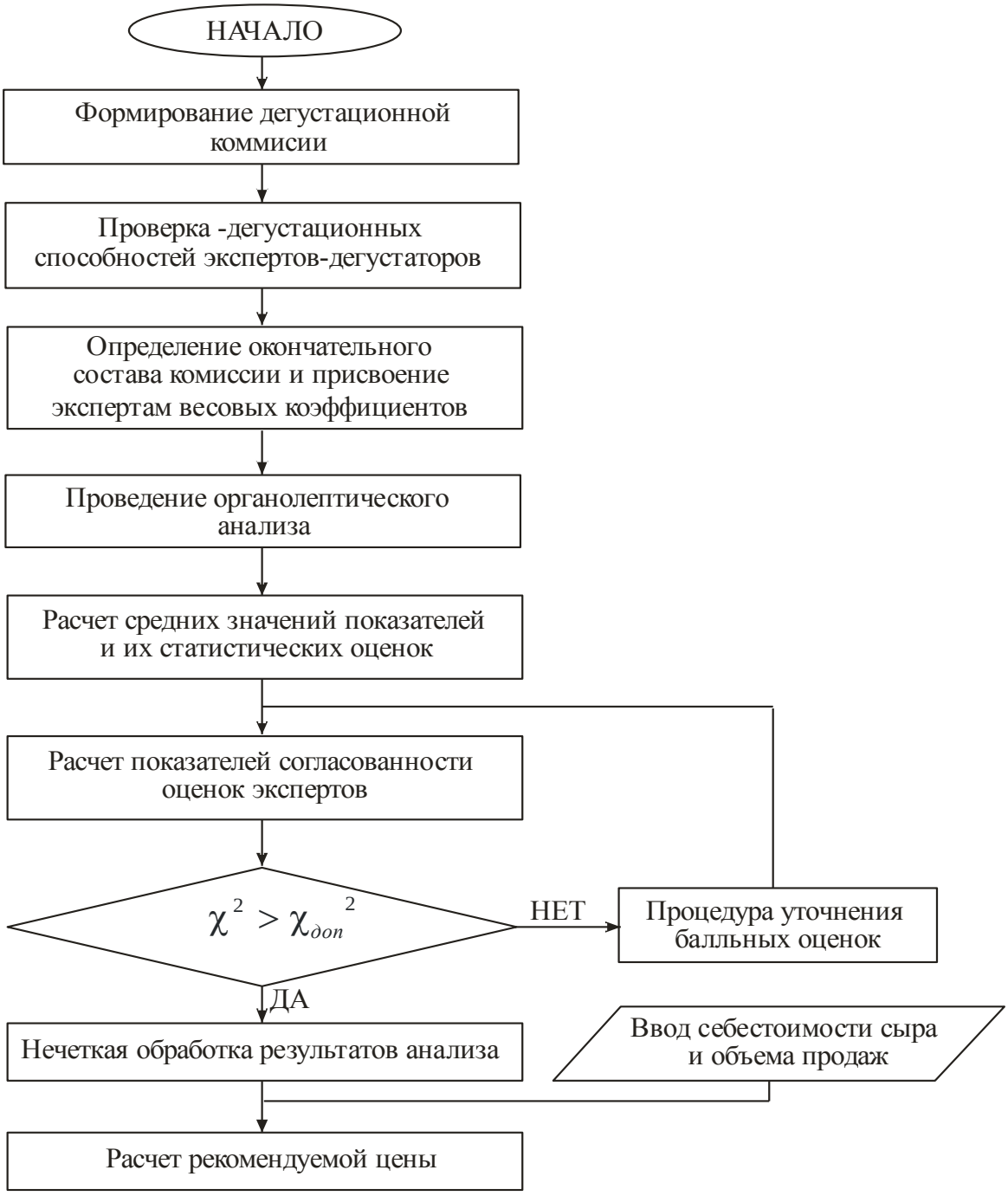


Рисунок 1 – Схема проведения сенсорного анализа

В данном блоке осуществляется преобразование нормированной цены в реальную рекомендуемую цену с учетом изменения себестоимости данного вида сыра и изменения спроса на него у потребителей.

Список литературы

1. ГОСТ 27568-87. Сыры сычужные твердые для экспорта. Технические условия. – М. : Издательство стандартов, 1998. – 184 с.

УДК 681.518.22

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖИДКИХ СРЕД ПРИ ИХ ОБРАБОТКЕ МЕМБРАННЫМИ МЕТОДАМИ

Е. Н. Дышлюк
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Тенденция развития современного производства требует автоматизации технологических процессов. Внедрение АСУ ТП позволяет повысить качество продукции и снизить затраты на его производство. Но при внедрении промышленной автоматики нужно контролировать множество параметров для соблюдения технологического процесса.

Для эффективной и экономичной очистки жидких сред от различных примесей применимы мембранные методы. В их основе лежит процесс разделения, движущей силой которого является перепад давления снаружи и внутри полупроницаемой мембраны. Мембранные методы обеспечивают преимущества при промышленном применении, где очень важны высокая надежность, устойчивость и низкие эксплуатационные расходы. Данные методы экологически и экономически эффективны и сохраняют полезные свойства продукта.

Мембранная фильтрация обычно менее дорогостоящая, чем подобные технологии. Она включает меньшее количество этапов переработки и позволяет достичь высокого выхода при большей чистоте продукта. Мембранная фильтрация – это чистая технология. Процесс разделения основан только на разнице размеров частиц, что позволяет избежать использования добавок, тем самым обеспечивая высокое качество конечного продукта и выполнение многочисленных жестких требований к его качеству.

Мембранная фильтрация может применяться для исходных продуктов с различными значениями вязкости, включая продукты повышенной вязкости, не подлежащие другим видам обработки. Применение мембранных методов возможно во многих отраслях промышленности: молочной, сахарной, безалкогольных напитков, пивоваренной, пищеконцентратной, фармацевтической и др. Особое распространение мембранные методы получили в молочной промышленности [1]. С их помощью получают концентрат высокомолекулярных компонентов (молочные и сывороточные белки).

Кратко рассмотрим мембранный процесс, схема которого представлена на рис. 1.

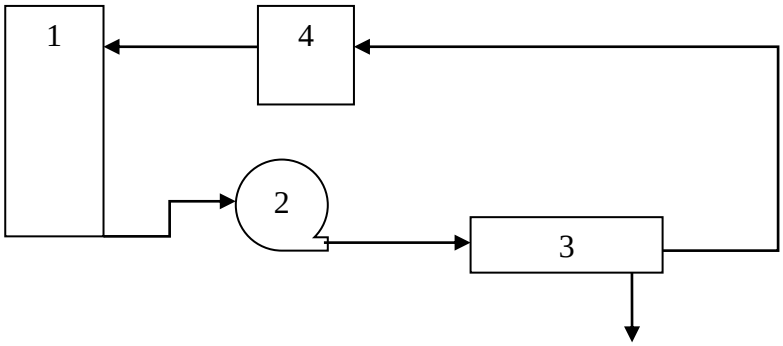


Рисунок 1 – Схема мембранного процесса

Из емкости (1) насос (2) нагнетает раствор в мембранную трубку (3). Система циклична, и раствор с определенной скоростью и давлением движется по контуру. Мембранная трубка имеет очень мелкопористую структуру, пропускает через себя молекулы растворителя, при этом отсеивая более крупные частицы раствора. В итоге получаем раствор с очень большим содержанием белка, который легко переработать, и отдельно – фильтрат.

Задача заключается в том, чтобы определить, когда раствор достигнет нужной нам концентрации. Для этого спроектирован датчик определения мутности раствора (4). Устройство датчика мутности представлено на рис. 2. Зная мутность раствора, можно относительно четко определить его концентрацию.

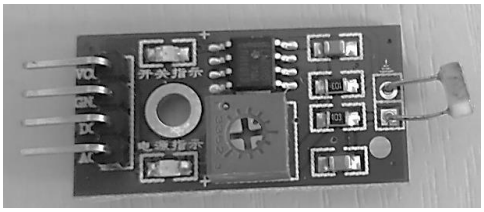


Рисунок 2 – Устройство датчика мутности

Существует датчик света с аналоговым выходом, напротив него устанавливается лазер и направляется на головку фоторезистора, который изменяет свое сопротивление при попадании света на свою поверхность. Между лазером и фоторезистором находится фильтруемый раствор в прозрачной стеклянной трубке. Так как при фильтрации раствора повышается его концентрация и увеличивается мутность, лазер, светящий на фоторезистор, будет преломлять свое свечение из-за частиц в растворе (частицы раствора отражают свет и рассеивают его), при этом на головку фоторезистора будет попадать меньше света. Отсюда можно провести закономерность процесса измерения и относительную точность измерений. Датчик света в свою очередь подключен к Arduino UNO, и на входе COM порта компьютера можно отследить сигнал с чувствительностью от 1 до 1024 [2].

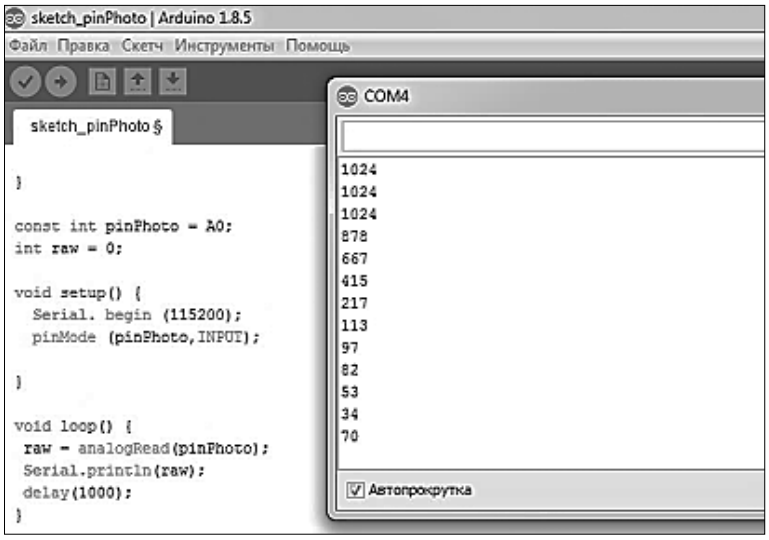


Рисунок 3 – Программа Arduino и результаты измерений

На рис. 3 слева показана программа, которой прошит контроллер Arduino UNO, а справа данные, снимаемые с COM порта. При увеличении яркости света, который попадает на датчик, показания уменьшаются. Соответственно, при отражении частиц фильтруемого раствора показания будут увеличиваться.

Список литературы

1. Шушпанников, А. С. Исследование конструктивных и режимных параметров ультрафильтрационного аппарата при концентрировании обезжиренного молока / А. С. Шушпанников, Б. А. Лобасенко, Р. В. Котляров // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 85–89.

2. Arduino. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.arduino.cc.

УДК 681.51:665.35

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТБЕЛКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА НА АО «ЕВРАЗИАНФУДС»

Е. Б. Жолдасбаев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Холдинг «Eurasian Foods Corporation» – одно из ведущих и значимых предприятий пищевой промышленности Казахстана и стран Центральной Азии, признанный лидер республики среди производителей масложировой продукции, отвечающей самым высоким мировым стандартам, с объемом производства более 120 000 тонн в год.

Холдинг состоит из двух крупнейших предприятий пищевой промышленности Республики Казахстан: АО «Евразиан Фудс Корпорейшн», г. Алматы и АО «ЕвразианФудс», г. Караганда.

Технологический процесс отбелки растительного масла (рисунок 1) на АО «ЕвразианФудс» осуществляется в соответствии с технологическим регламентом [3].

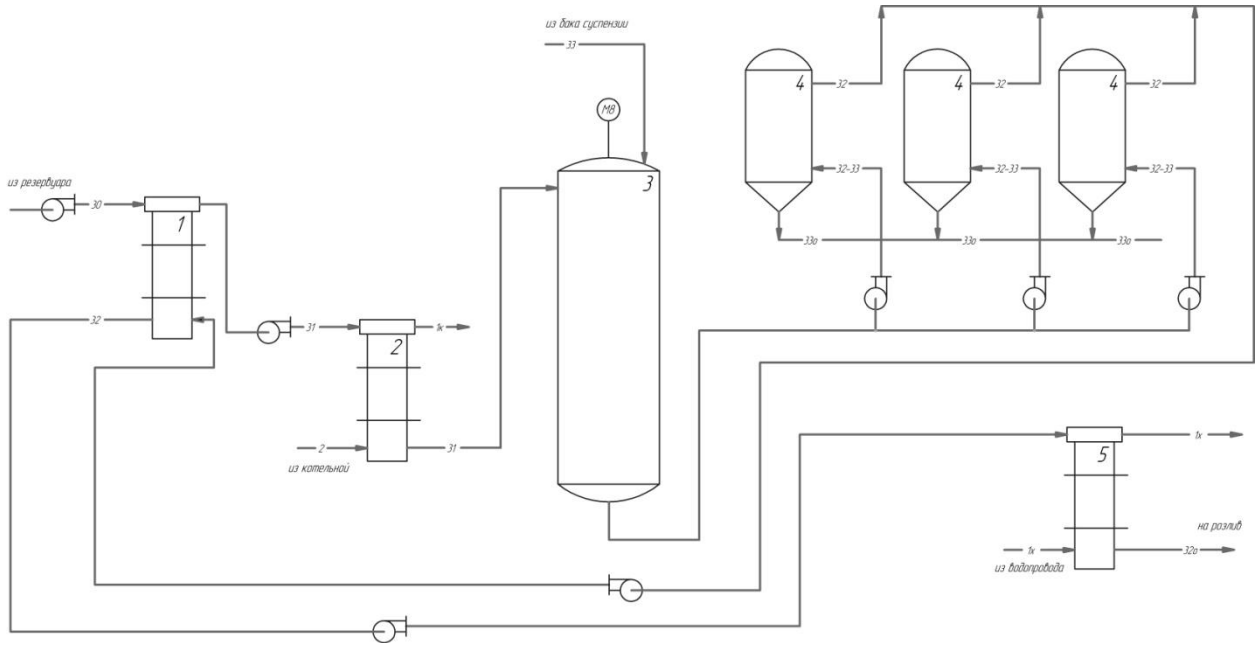


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса отбелки растительного масла
1 – экономайзер; 2 – теплообменник пластинчатый; 3 – реактор смешивания масла и отбельной суспензии; 4 – амафильтр; 5 – охладитель масла

Нейтрализованное, промытое и высушенное растительное масло подается непрерывно насосом через экономайзер 1 и пластинчатый теплообменник 2 в отбельный аппарат (колонный реактор) 3, в котором осуществляется отбеливание масла в непрерывном потоке.

Отбеливающая глина, поступающая на завод в виде порошка аэрозольтранспортом, доводится до состояния суспензии и подается в колонный реактор 3.

Отделение отработанной отбеливающей глины производится на саморазгружающихся пластинчатых амафильтрах 4. Для этого из нижней части отбельного аппарата масляная суспензия насосом непрерывно перекачивается в один из работающих фильтров.

В период пуска в работу, пока на поверхности фильтрующих дисков не образуется небольшой слой осадка, из фильтров выходит мутное масло. Это масло возвращается в нижнюю секцию отбельного аппарата. Выходящее из фильтров прозрачное масло без механических взвесей насосом поступает в экономайзер 1 и затем в холодильник 5, после чего подается на розлив или на хранение.

Растительное масло после экономайзера 1 подогревается до температуры 60-90 ºС. В теплообменнике 2 масло нагревается паром до 150 ºС. Отбелка растительного масла в реакторе 3 происходит при температуре 150 ºС. Холодильник 5 применяется для снижения температуры фильтрованного масла до 40ºС.

Когда на фильтре накапливается значительное количество осадка отработанной отбельной глины, производительность фильтра снижается, и его останавливают на чистку. О загрязнении фильтра свидетельствует повышение давления до 2 МПа.

Процесс отбелки растительного масла происходит при избыточном давлении 0,5 МПа.

Требуемое качество конечного продукта обеспечивается соблюдением технологического режима каждой операции, т.е. поддержанием нормативных значений технологических параметров, в том числе, за счет внедрения автоматизированных систем.

Нарушение температурного режима процесса отбелки растительного масла приводит к тому, что интенсивность окраски продукта уменьшается не в достаточной мере. Т.е. потребительские свойства продукта ухудшаются и его необходимо отправить на повторное отбеливание. Это ведет к увеличению продолжительности выработки продукта надлежащего качества, а также к увеличению расхода отбеливающих веществ и повышению энергозатрат.

Нарушение процесса фильтрации отбеленного масла, т.е. процесса удаления отбеливающих веществ, приводит к повышению его мутности. Масло также отправляется на повторную фильтрацию, что ведет к увеличению продолжительности выработки продукта надлежащего качества и повышению энергозатрат.

Исключение необходимости повторной обработки растительного масла и снижение расхода отбеливающих веществ обеспечивается внедрением автоматизированной системы управления.

Автоматизированная система управления технологическим процессом отбелки растительного масла предназначена для решения задач контроля, защиты, сигнализации, автоматического регулирования основных и вспомогательных технологических параметров объекта.

Цели создания системы:

– увеличение выпуска растительного масла надлежащего качества;

– снижение временных и энергетических затрат на процесс за счет уменьшения количества продукта, возвращаемого на повторную обработку.

Автоматизированная система должна включать:

– сенсорный уровень: первичные преобразователи, исполнительные механизмы, автоматизированный электропривод (в т.ч. преобразователи частоты, пусковая и защитная аппаратура);

– контроллерный уровень: программируемые логические контроллеры (ПЛК);

– диспетчерский уровень: два автоматизированных рабочих места (АРМ) – основное и резервное с возможностью передачи данных в заводскую сеть;

– среду передачи данных, в том числе коммуникационное оборудование.

Для реализации сенсорного уровня АСУ выбраны технические средства фирмы «ОВЕН». Тип привода исполнительных механизмов – электрический. Контроллерный уровень также реализован на базе технических средств фирмы «ОВЕН» [1]. В контроллере предусмотрен резерв незадействованных каналов ввода/вывода. На контроллерном уровне программирование осуществляется в среде CoDeSys фирмы «ОВЕН» [2]. Для реализации функций оперативного управления и контроля выбрана SCADA-система Trace Mode.

Список литературы

1. Пашуканис, Е. Новая линейка программируемых реле ОВЕН ПР200 со встроенной индикацией / Е. Пашуканис // Автоматизация и производство. – 2015. – № 2. – С. 2–4.

2. Петров, И. CoDeSys 3.0 – новый уровень инструментов программирования ПЛК / И. Петров // Современные технологии автоматизации. – 2005. – № 2. – С. 96–98.

3. Технологический регламент АО «ЕвразианФудс».

УДК 621.798:664.14

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ДИЗАЙНА ПОДАРОЧНОЙ УПАКОВКИ ДЛЯ ШОКОЛАДНЫХ КОНФЕТ «СВОЯ МАРКА»

Е. С. Захарова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время существует огромное многообразие конструкций упаковки для конфет. Наиболее распространенной и пользующейся наибольшим спросом является прямоугольная картонная упаковка. Преимущество упаковки такой формы проявляется в простоте ее изготовления и сборки, что не накладывает высокой финансовой нагрузки [1]. Оригинальность упаковки можно создать за счет яркого и стильного дизайнерского решения. Таким образом, даже небольшие развивающиеся компании могут использовать такую упаковку в качестве презента и комплимента для своих клиентов.

Одной из компаний, решившей разработать подарочную упаковку для шоколадных конфет под собственным брендом, стала рекламно-производственная компания (РПК) «Своя марка». Главной целью разработки такой упаковки является возможность презентовать ее своим корпоративным и наиболее значимым клиентам, а также продвижение и популяризация своей компании.

Разрабатываемая потребительская упаковка состоит из:
1) картонной коробки;
2) пластикового коррекса;
3) алюминиевой фольги (для первичной упаковки шоколадных конфет).

Для шоколадных конфет под брендом «Своя марка» было решено выбрать картонную коробку прямоугольной формы с двойной откидной крышкой, представленную на рис. 1. На верхней стороне крышки (1) имеется специальный замок (2), имеющий форму логотипа, для комфортного закрывания и открывания упаковки во время ее использования. Дополнительные внутренние клапаны в конструкции коробки создают так называемые бортики (3), что способствует эффективному размещению в ней пластикового коррекса, который применяется для осуществления укладки конфет и создания приятного зрительного образа. Коррекс также обеспечивает сохранность конфет от истирания и разрушения.

Для упаковки конфет шарообразной формы в качестве индивидуальной упаковки применяется алюминиевая фольга.

Золотистый цвет коррекса и фольги создает ощущение престижного, дорогого, экологически чистого и качественного продукта.

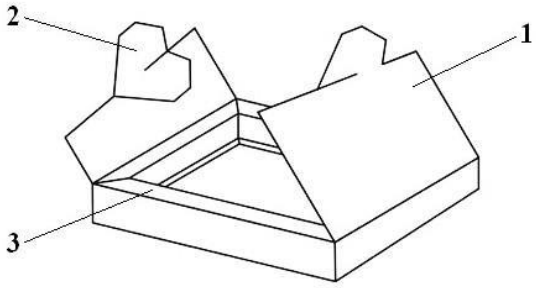


Рисунок 1 – Объемная проекция потребительской коробки: 1 – крышка, 2 – замок, 3 – бортик

В основе логотипа РПК «Своя марка» лежит комбинирование геометрических фигур, таких как треугольник и трапеция. Цветовая гамма логотипа представлена следующими цветами: синий, красный, темно-желтый. Данная цветовая гамма вызывает ассоциации, в первую очередь, с цветовой системой RGB, что достаточно полно отражает направленность

деятельности данной компании. Использование в оформлении упаковки контрастных цветовых сочетаний существенно повышает ее потребительские характеристики и привлекает внимание. В разработке дизайна подарочной упаковки для шоколадных конфет было принято решение о продолжении данной концепции.

При разработке дизайна упаковки в ее основу лег тот факт, что данная упаковка шоколадных конфет будет презентоваться руководством компании своим корпоративным и наиболее значимым клиентам. А так как данная компания позиционирует себя на рынке как постоянно развивающаяся, активная, молодая и современная, то было бы рационально отказаться от простой классической симметричной композиции размещения элементов на упаковке. Кроме того, разрабатываемая упаковка должна иметь достойный и презентабельный внешний вид [1].

Дополнительным цветом является желто-оранжевый, а точнее, золотой. Он символизирует праздничность, богатство, ценность, власть, превосходство. Золотой цвет рационально использовать в упаковке, потому что психологически это делает вкус «богатым», а в данном случае еще и подчеркнет высокий статус клиентов [2].

Основным фоновым цветом является белый. Он был выбран для придания контрастности фона и торговой марки, также этот цвет создает ассоциации с легкостью, чистотой, свежестью и свободой. Легкие светлые цвета вызывают чувство легкости, повышая настроение, оказывают благотворное влияние на человека [2]. Светлая гамма всегда предпочтительнее, нежели темная, особенно если это касается подарочной упаковки.

На лицевой стороне коробки логотип компании расположен ассиметрично и представляет собой объемный замок, с помощью которого открывается и закрывается крышка упаковки. Такое расположение задает ассиметричную композицию остальным элементам, которые будут располагаться на лицевой стороне упаковки.

Макет коробки с графическим дизайном представлен на рис. 2.

Рисунок 2 – Макет коробки с графическим дизайном

В качестве графического элемента выбрана геометрическая фигура – треугольник, которая используется в разных масштабах.

Одним из центральных элементов является фотореалистичное изображение упакованного продукта (шоколадных конфет), которое несет визуально-информационную функцию для потребителя.

В самой нижней части упаковки, на атласной ленте синего цвета, представлена информация об основном наименовании продукта – шоколадные конфеты с ореховой начинкой.

В качестве дополнения, по верхнему и нижнему краю упаковки расположена замкнутая полоса золотого цвета, которая имеет продолжение в двух боковых сторонах упаковки, на которых ассиметрично расположен логотип и сайт компании.

Развертка картонной упаковки с графическим дизайном представлена на рис. 3.

Рисунок 3 – Развертка картонной упаковки с графическим дизайном

Существует множество различных способов утилизации картонной упаковки. Наиболее оптимальным способом является ее вторичная переработка, так как на выходе мы получаем картон высокого качества, который затем используют в различных отраслях промышленности. Такой способ утилизации картонной продукции, прежде всего, экологически безопасен для окружающей среды и здоровья людей, экономически целесообразен, также отсутствует необходимость в создании новых свалок и полигонов [3].

Список литературы

1. Ильина, О. В. Дизайн-конструирование тары и упаковки / О. В. Ильина. – СПб. : ГТУРП, 2013. – 48 с.

2. Чапман, К. Теория цвета для дизайнеров, часть 1: Значение цвета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://medium.com, свободный.

3. Миленький, А. В. Утилизация упаковки / А. В. Миленький. – Кемерово : КемТИПП, 2014. – 102 с.

УДК 621.6

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РАЗБАВЛЕНИЯ ПРИ СМЕШИВАНИИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Т. В. Зорина, Е. А. Шушпанников
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

С ростом неравномерности непрерывной подачи сыпучих компонентов смесителю все сложнее обеспечивать требуемое качество композиции. Одним из путей уменьшения влияния этого фактора является создание в аппарате контуров рециркуляции и опережения потоков. На этом принципе нами разработан вибрационный смеситель [1], обладающий высокой сглаживающей способностью. В то же время при отсутствии контуров характер движения в нем дисперсной фазы по рабочему органу подобен течению жидкости в трубчатых аппаратах, т. е. близок к модели идеального вытеснения. Поэтому моделировать процесс смешивания сыпучих материалов и оценивать сглаживающую способность устройства в этом случае удобно с помощью корреляционного анализа.

Для установившихся режимов работы смесителя непрерывного действия движение материала внутри аппарата, на его входе и выходе принято считать случайными стационарными процессами. Связь между входящим и выходящим из аппарата сигналами устанавливают с помощью уравнений материального баланса, описывая расходы потоков сыпучего материала случайными стационарными функциями X(t). Далее, находя вероятностные характеристики входящего и выходящего сигналов, можно судить о «качестве» работы смесителя или подбирать требуемую топологию потоков внутриаппаратной среды путем сравнения отношений их дисперсий или среднеквадратичных отклонений.

$$S = \sigma_{\text{хо}}^2 / \sigma_{\text{хв}}^2 \quad (1)$$

$$s = \sigma_{xo} / \sigma_{x\text{в}} \quad (2)$$

Где S – параметр сравнения; s – сглаживающая способность смесителя;

$\sigma_{\text{хо}}^2$ и $\sigma_{\text{хв}}^2$ – дисперсии входного и выходного сигналов; σ_{xo} и $\sigma_{x\text{в}}$ – среднеквадратичные отклонения сигналов.

Рассмотрим вибрационный смеситель, реализующий метод «последовательного разбавления». Принцип работы: ингредиенты подают в загрузочный бункер на «внутренний» винтовой лоток – вставку, откуда затем они поступают на «внешний» винтовой перфорированный лоток. Так как угол подъема колебаний больше угла подъема винтовой линии лотка, то, помимо смешивающего эффекта, сыпучий материал будет подниматься по лотку вверх. Часть материала просевается через перфорацию с верхних витков на нижние, образуя межвитковую рециркуляцию. Вторую долю ингредиента подают через патрубок на винтовой перфорированный лоток, который в этом месте расширяется пропорционально количеству поступающего материала. Оставшуюся долю подают на несколько лотков выше. На последнем этапе готовый продукт выводится из аппарата через патрубок [1].

Схема движения потоков сыпучего материала представлена на рис. 1.

Для осуществления расчета процесса моделирования введем условные обозначения:

$X_0(t) = X_0$ – массовый расход материала, питающего смеситель; $X_{\text{В}}(t) = X_{\text{В}}$ – массовый расход материала на выходе из смесителя; $X_i(t) = X_i$ – массовый расход материала, сходящего с i-го витка основного рабочего органа; $I = 1,2,\ldots,n$ – порядковый номер витка основного рабочего органа; n – количество витков основного рабочего органа; α – коэффициент «внутренней» рециркуляции, характеризующий часть массового расхода материала поступающего с i-го витка основного рабочего органа на нижележащий, $0 \leq \alpha_{ki} \leq 1$; t – текущее время.

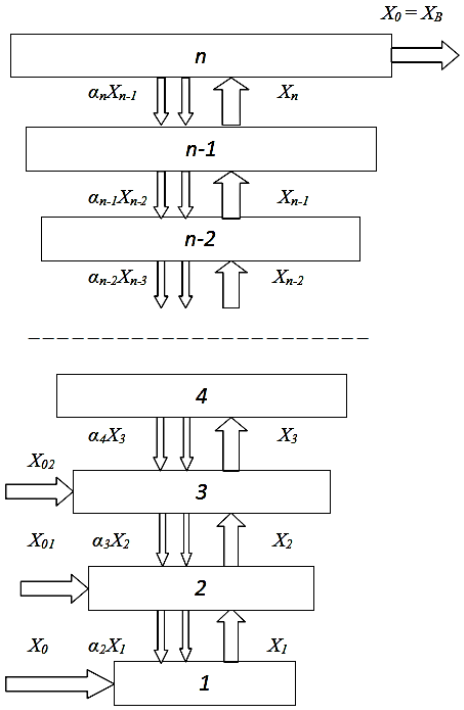


Рисунок 1 – Схема движения материальных потоков сыпучего материала

Ранее установлено [2], что оптимальное количество витков основного рабочего органа составляет $n = 6...8$, поэтому примем $n = 6$. Подача части материала осуществляется на второй (X_{01}) и третий (X_{02}) витки рабочего органа. Кроме того, должно осуществляться требование $X_0 = X_{01} + X_{02}$, тогда $X_{01} = \frac{1}{2}X_0$, $X_{02} = \frac{1}{2}X_0$. В данном случае система уравнений материального баланса примет следующий вид:

$$\begin{cases} X_1 = \frac{1}{2}X_0 + \alpha_2 X_1 \\ X_2 = X_1 + \alpha_3 X_2 + \alpha_1 \frac{1}{2}X_0 - \alpha_2 X_1 \\ X_3 = X_2 + \frac{1}{2}X_0 + \alpha_4 X_3 - \alpha_3 X_2 - \alpha_1 \frac{1}{2}X_0 \\ X_4 = X_3 + \alpha_5 X_4 - \alpha_4 X_3 \\ X_5 = X_4 + \alpha_6 X_5 - \alpha_5 X_4 \\ X_6 = X_5 - \alpha_6 X_5 \\ X_B = X_5 - \alpha_6 X_5 \end{cases} \quad (3)$$

Система, определяющая корреляционные функции витков дополнительного рабочего органа, примет вид:

$$\begin{cases} Kx_1 = \frac{1}{2}Kx_0 + \alpha_2^2 Kx_1 \\ Kx_2 = Kx_1 + \alpha_3^2 Kx_2 + \alpha_1^2 \frac{1}{2}Kx_0 - \alpha_2^2 Kx_1 \\ Kx_3 = Kx_2 + \frac{1}{2}Kx_0 + \alpha_4^2 Kx_3 - \alpha_3^2 Kx_2 - \alpha_1^2 \frac{1}{2}Kx_0 \\ Kx_4 = Kx_3 + \alpha_5^2 Kx_4 - \alpha_4^2 Kx_3 \\ Kx_5 = Kx_4 + \alpha_6^2 Kx_5 - \alpha_5^2 Kx_4 \\ Kx_6 = Kx_5 - \alpha_6^2 Kx_5 \\ Kx_B = Kx_5 - \alpha_6^2 Kx_5 \end{cases} \quad (4)$$

Решая методом подстановки и выражая Kx_0, получим:

$$Kx_{\text{В}} = Kx_0\left[\frac{\begin{array}{c}(1-\alpha_6)(1-\alpha_5)(1-\alpha_4)(1-\alpha_3)(1-\alpha_2)+\alpha_1^2(1-\alpha_6)(1-\alpha_5)\cdot\\(1-\alpha_4)(1-\alpha_3)(1+\alpha_2)+(1-\alpha_6)(1-\alpha_5)(1-\alpha_4)(1-\alpha_1)^2\cdot\\(1+\alpha_3)(1+\alpha_2)\end{array}}{2(1+\alpha_6)(1+\alpha_5)(1+\alpha_4)(1+\alpha_3)(1+\alpha_2)}\right] \quad (5)$$

Примем коэффициенты рециркуляции равными между собой, т. е. $\alpha_1 = \ldots = \alpha_n = \alpha$. В результате значение степени сглаживания s основного рабочего органа для $n = 6$ уравнениями (2) и (5) запишется:

$$s = \sqrt{\frac{\sigma_{x0}^2}{\sigma_{x\text{в}}^2}} = \sqrt{\left[\frac{2(1+\alpha)^5}{(1-\alpha)^5+\alpha^2(1-\alpha)^4(1+\alpha)+(1-\alpha)^5(1+\alpha)^2}\right]} \quad (6)$$

По аналогии проводится расчет для любого количества витков. Зависимость величины сглаживания s от коэффициента рециркуляции α и количества витков n представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Значения сглаживающей способности смесителя *s* (α, n)

α\n	4	5	6	7	8
0,20	1,64	2,01	2,47	3,02	3,70
0,30	2,12	2,89	3,93	5,36	7,30
0,40	2,76	4,22	6,44	9,84	15,03
0,50	3,67	6,36	11,02	19,09	33,07
0,60	5,06	10,12	20,24	40,48	80,95
0,70	7,39	17,59	41,87	99,67	237,25
0,80	12,08	36,22	108,67	326,02	978,06

Анализ табл. 1 показывает, что наиболее существенные величины значения сглаживающей способности s лежат в нижней правой зоне, при том добиться наилучшего параметра можно, варьируя коэффициентом рециркуляции α и количеством витков n.

Математическая модель, созданная на основе корреляционного анализа, позволяет определить зависимость между дисперсиями входного и выходного сигналов. С ее помощью возможно прогнозировать однородность материального потока на выходе аппарата при известных значениях времени нахождения в нем материала, коэффициентах рециркуляции и дисперсии входного сигнала.

Список литературы

1. Патент № 2626415 Российская Федерация, МПК B01F 11/00. Вибрационный смеситель / А. Б. Шушпанников, Т. В. Зорина, Е. А. Шушпанников, А. С. Шушпанникова. – опубл. 27.07.2017 г, Бюл. № 21.

2. Шушпанников, А. Б. Методология построения смесеприготовительных агрегатов вибрационного типа для сыпучих композиций : дис. … д-ра техн. наук : 05.18.12 / Шушпанников Андрей Борисович. – Кемерово, 2016. – 193 с.

УДК 637.352

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ТВОРОГА

Ж. К. Имангалиева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В развитых странах мира идет постоянная работа по созданию новых продуктов питания. При этом вопросы здорового образа жизни, включающего здоровое питание, возведены в ранг государственной политики [1, 2]. Разработка широкого ассортимента продуктов питания, повышение их биологической ценности, а также создание продуктов с учетом требований рационального и здорового питания являются актуальными проблемами современной пищевой промышленности.

На рынке молочных продуктов объемы производства творога и творожных изделий возрастают на 10–15 % ежегодно, что свидетельствует о перспективе разработок новых видов творожных продуктов и высокотехнологичного оборудования, обеспечивающего получение продукта необходимого качества и увеличенного срока годности [2, 3]. Интерес к белкам молока и пастообразным молочным продуктам является движущей силой ученых и практиков в области поиска новых технологий и совершенствования традиционных технологических процессов [5, 6].

Переработка готового творога может включать в себя следующие операции: измельчение, эмульгирование, термообработка, смешивание. Они характерны для производства ряда изделий на основе творога, как многокомпонентных, так и имеющих однородную консистенцию.

Целью настоящего исследования являлось совершенствование стадии измельчения в технологии получения пастообразного творога. Исследовались технологические режимные параметры измельчения и получения тонкой дисперсии готового продукта.

В качестве объекта исследования использовался творог с различной массовой долей жира. В соответствии с поставленными задачами исследований использовали стандартные и общепринятые химические и физико-химические методы исследования, а также частные методы и методики.

Для получения творожной пасты нами была разработана и создана установка для тонкого измельчения сырья со шнековым питателем и отработаны процессовые режимы ее получения. Глубина измельчения обрабатываемого продукта, необходимая для получения пастообразной консистенции, составила 3–5 мм [4]. Установка включает в себя шнековый питатель, раму, юбку, корпус ножевой головки, ротор, резьбовое кольцо и разгрузочный гусак.

Качество измельчения зависит от комплекта режущих инструментов и зазора между вращающимися и неподвижными ножами. На ротационном измельчителе поочередно устанавливали комплекты ножей № 1–4. Затем меняли частоту вращения подвижного дискового ножа от 104,67 до 418,0 рад/с. Далее выставляли различные величины зазоров между ножами от $0{,}05 \cdot 10^{-3}$ м до $0{,}38 \cdot 10^{-3}$ м. После каждой смены комплектов ножей, изменений частоты вращения подвижных дисковых ножей и зазоров между ножами определяли гранулометрический состав творожной массы, химический состав, ВСС, мощность двигателя. Затем проводили анализ полученных данных.

Комплекты ножей № 1 и № 2 представляют собой шесть подвижных и шесть неподвижных ножей с углом заточки торцевых поверхностей, составляющим 90 °С. Разница заключается в том, что у комплекта № 2 зубьев на ножах, занимающих одинаковую позицию, больше, чем у комплекта № 1 (рис. 1).

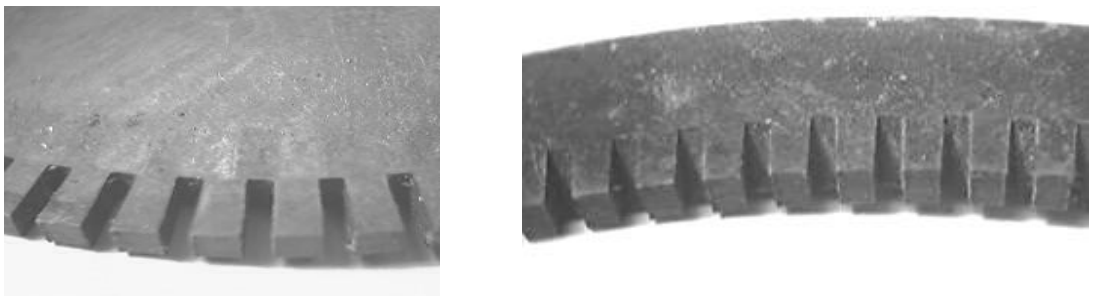


Рисунок 1 – Ножи с углом заточки торцевых поверхностей, составляющим 90 °С

Полученный пастообразный продукт при органолептической оценке имел чистую, не подсохшую поверхность, пластичную, слегка мажущуюся консистенцию, чистый, умеренно выраженный кисломолочный вкус и запах, белый цвет. В результате любого механического воздействия на продукт (измельчение, перемешивание, растирание и пр.) изменяются показатели физических и структурно-механических свойств. Химический состав творожной массы представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав творожной измельченной массы

Вид измельченного творога	**Массовая доля, %**			
	белок	минеральные вещества	молочный сахар	молочная кислота
Жирный (19–23 %)	14−16,0	1,5–2,0	2,0–2,1	1,0–1,05
Полужирный (4–18 %)	14–17,1	1,7–1,5	2,0–2,5	0,8–1,0
Нежирный (2–3,8 %)	18–22,2	1,5–1,6	1,5–2,0	1,5–2,0

Творог имеет высокую пищевую ценность, так как содержит большое количество жира, белка (14–18 %) и минеральных веществ. Особенно творог богат незаменимыми аминокислотами: триптофаном, метионином, лизином, и поэтому рекомендуется в рационе питания людей различного возраста. Присутствие лецитина и холина усиливает лечебные свойства творога. Творог и творожные продукты относятся, прежде всего, к белковым продуктам, поскольку имеют в своем составе высокое содержание этого компонента (от 14 до 18 %). Белок творога представлен в основном казеином и небольшим количеством сывороточных белков, главным образом β-лактоглобулином (0,2–0,3 %). От состояния этих белков зависит и консистенция продукта, и его стабильность при хранении.

Установлено, что казеинат-кальций-фосфатный комплекс (ККФК) сохраняет свою устойчивость при механической обработке и полученный творог не имеет пороков консистенции. Отмечали, что при использовании творога с пороком консистенции – наличием крупитчатой структуры – он проходил, а после 15 мин интенсивной обработки из него получалась однородная масса.

Образцы тонкоизмельченной творожной массы исследовались по физико-химическим показателям. Следовало установить влияние механической обработки на ее свойства. Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 2.

Результаты исследований показали сохранность всех основных показателей качества у обработанного творога. По своим свойствам измельченный полуфабрикат полностью соответствует исходным показателям выработанного творогу в соответствии с требованиями ГОСТ. Таким образом, можно сделать вывод о том, что механическая обработка на измельчителе не повлияла на свойства творожного полуфабриката и он может быть рекомендован к использованию в качестве диспергатора – измельчителя при производстве пастообразных молочных продуктов. Совершенствование технологических процессов на

стадии измельчения ингредиентов в технологии пастообразных творожных продуктов позволяет расширить ассортимент продуктов на основе творога. Творожные массы, пасты, кремы, муссы производят по рецептурам на основе творога. Различные вкусоароматические вещества, натуральные и искусственные, вносятся в рецептурную смесь, перемешиваются и измельчаются на предлагаемой установке.

Таблица 2 – Физико-химические показатели творожной измельченной массы

Наименование продукта	**Массовая доля, %**			
	жир в сухом веществе, не менее	влага, не более	титруемая кислотность, °Т	температура при отпуске с предприятия, °С
Творожная масса	18 ± 0,1	65,0 ± 0,2	200 ± 5	4 ± 2
	9 ± 0,15	73,0 ± 0,2	225 ± 5	
	5 ± 0,1	75,0 ± 0,17	223 ± 7	
	нежирный	80,0 ± 0,2	240 ± 10	

Совершенствование стадии измельчения творога позволяет получить тонкую дисперсию готового продукта. Техническим результатом создания установки является интенсификация процесса тонкого измельчения творога, равномерная подачи сырья к режущему механизму за счет использования шнекового питателя.

Список литературы

1. Буянова, И. В. Исследование свойств творожных изделий в процессе холодильного хранения / Ю. А. Почанкина, И. В. Буянова // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов : сборник научных трудов. – Вып. 20. – Кемерово : КемТИПП, 2009. – С. 96–98.

2. Технология молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь [и др.] ; под ред. А. М. Шалыгиной. – М. : КолосС, 2008. – 456 с.

3. Калинина, Л. В. Технология цельномолочных продуктов / Л. В. Калинина, В. И. Ганина, Н. И. Дунченко. – СПб. : ГИОРД, 2008. – 248 с.

4. Курочкин, А. А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства / А. А. Курочкин. – М. : КолосС, 2010. – 503 с.

5. Предв. патент РК № 15456. Устройство для тонкого измельчения мясного и мясокостного сырья / Какимов А. К. [и др.] ; опубл. 15.03.2005, Бюл. № 3.

6. Khatkar, S. K. Studies on preparation of medium fat liquid dairy whitener from buffalo milk employing ultrafiltration process / S. K. Khatkar, K. V. Gupta, A. B. Khatkar // Journal of Food Science and Technology. – 2014. – Vol. 51 (9). – P. 1956–1964.

УДК 621.798:664.14

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАВЕРТОЧНЫХ МАШИН С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ И ВЕРТИКАЛЬНЫМ РОТОРОМ ДЛЯ ЗАВЕРТКИ КАРАМЕЛИ

Н. К. Камчыбекова, Д. В. Сухоруков
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Карамель представляет собой сахарное кондитерское изделие, состоящее в основном из твердого аморфного вещества – карамельной массы. Карамель изготовляют завернутой и незавернутой, фасованной, весовой и штучной.

Для завертывания карамели применяются машины, в которые изделия поступают на завертывание автоматически, и машины, куда изделия подают вручную.

Оборудование для завертки карамели, как правило, имеет следующие основные узлы: питателей для продукта и упаковочного материала, механизма подачи упаковочного материала, механизма для отрезания обертки, устройства (ротора или конвейера) транспортирующие, механизмов завертки и привода.

Машины для завертывания различают горизонтальные или вертикальные, по расположению рабочего ротора и по способам подачи изделия (ручное или автоматическое), упаковочным материалам (рулонным, флатовым или же их комбинацией).

Целью работы является определение тенденции развития и выявление недостатков и преимуществ существующего оборудования для завертки карамели.

В соответствии с этим был рассмотрен заверточный автомат с горизонтальным ротором ЕФ-2, его главные преимущества и недостатки по сравнению с заверточным автоматом с вертикальным ротором 1100 (Акма 61, Италия).

Рассмотрим упаковочную машину с горизонтальным ротором ЕФ-2 [1].

Машина предназначена для завертки в носок карамели различной формы и размеров в три обертки: подвертку, фольгу и флатовую этикетку из писчей бумаги с определенно расположенным рисунком. Машины комплектуются форматными деталями для карамели или для конфет.

Заверточный автомат состоит из следующих основных узлов: станины (1), кулачкового вала (6), горизонтального раскладывающего диска (16), нижнего пуансона (17), первых щипцов (18), вторых щипцов (11), верхнего пуансона (5), механизма для размотки подвертки (4), кассеты для флатовых этикеток (19), присосного механизма (24), отделяющей косы (22), ножниц (21), усиков (20), горизонтального ротора (10), подвижного подгибателя (14), раскрывателя держателей (12), подгибочной станции (23), пресса (7), раскрывателя держателей (9), выбрасывателя (8), контрольного приспособления (щупа) (13), рычага муфты сцепления (15), электродвигателя с плитой (2), ременной передачи (3).

Машина приводится в действие от индивидуального привода через клиноременную передачу, идущую на приводной вал с многодисковой фрикционной муфтой. Натяжение ремня достигается передвижением электродвигателя по фундаментной плите.

Карамель вручную раскладывается в ячейки периодически вращающегося горизонтального раскладывающего диска. Раскладочный диск подает карамель к нижнему пуансону завертывающего механизма. Одновременно подается оберточный материал к карамели.

Механизм подачи упаковочного материала разматывает подвертку и фольгу. Посредством вакуумного захвата подгибается кончик нижней этикетки, а стопка поддерживается подсекателем, и уголок входит в образовавшийся промежуток, отделяя одну этикетку от следующей, лежащей в стопке. Далее первыми щипцами захватываются этикетка, фольга и подвертка и продвигаются вперед. На пути движения стоит механизм, специальные усики, которые удлиняют путь прохождения обертки, и поэтому после отрезания ножами фольга и подвертка оказываются короче наружной этикетки.

Рассмотрим заверточную машину 1100 (Акма 61, Италия) с вертикальным ротором для завертывания твердой карамели вперекрутку [1]. Машина устанавливается в основном в поточных линиях. Преимущество машины с вертикальным ротором – короткий путь подачи изделий в заверточный механизм благодаря вертикальному расположению рабочего ротора и наличию ряда устройств в питателе и механизме завертывания. Используемый упаковочный материал – целлофан, парафинированная бумага, полимерные материалы (поливинилхлорид, полипропилен) и другие многослойные материалы.

Машина состоит из следующих основных узлов: питатель, включающий приемный бункер (1), калибрующее устройство с вибролотком (2); горизонтальный диск (3), цилиндрическая щетка (4), питатель материала для завертки с рулонодержателями (5) и компенсационными роликами (7); ротор (8) с механизмами завертывания карамели; разгрузочный лоток (9), привод, пульт управления (6). Основные механизмы закрыты ограждениями (10) с прозрачными окнами.

Технологический процесс завертывания происходит следующим образом. Откалиброванная карамель поступает на вращающийся горизонтальный диск (1). Благодаря вращению диска упавшая на него карамель из-за центробежной силы инерции отбрасывается к периферии диска, далее укладывается в ячейки и перемещается к ротору (8). На участке передачи карамель соединяется с этикеткой и подверткой, поступающими из рулонов (3) и (2) соответственно. Ленты заверточного материала многократно сгибают ролики (4), а заданная длина для упаковки карамели отрезается ножом (5). При подаче карамели с наложенными с ним этикеткой и подверткой с горизонтального диска (1) в лапки ротора (8) она сначала заворачивается с трех сторон в позиции (6), затем в позиции (7) подгибается длинная сторона обертки и образует вокруг изделия трубочку. В позиции (10) с торца упаковочный материал перекручивается с обеих сторон. Готовая завернутая карамель (11) отводится из машины. Индивидуальный ручной питатель представляет собой неподвижный стол, примыкающий непосредственно к конвейеру питателя машины.

Машины с горизонтально расположенным ротором получили широкое распространение для завертывания изделий в двойную перекрутку, реже – в уголок, с ручными и автоматическими питателями для изделий и преимущественно с рулонными питателями для оберточных материалов, но они имеют относительно небольшую производительность – до 110–130 шт/мин. В рассмотренной машине с горизонтальным ротором используется флатовые упаковочные материалы, но в настоящее время используются в основном рулонные материалы, как в машине 1100 (Акма 61) с вертикальным ротором. У машин с вертикально расположенным ротором путь передачи изделия с оберткой из питателя в рабочий ротор короче, то есть они имеют сравнительно небольшие габариты. Достоинством данных машин является также то, что в них привод обычно находится в стороне рабочей части, что удобно для обслуживания, а не под рабочим ротором, как в машинах с горизонтально расположенными роторами. А также в машине 1100 (Акма 61) предусмотрены ограждениями с прозрачными окнами, которые закрывают основные механизмы, что способствует лучшему выполнению защитных функций машины, в машине ЕУ-2 они открыты. Машины для завертывания с вертикально расположенным ротором совершеннее и производительнее по сравнению с машинами, имеющими горизонтальный ротор, однако из-за работы оборудования на высоких скоростях со временем происходит смещение рулонного материала с оси движения, и, как следствие, появляются складки и неправильная резка материала. В результате это образуется бракованная продукция. Для устранения данной проблемы будет предложена модернизация узла натяжения рулона.

Список литературы

1. Горизонтальное упаковочное оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// http://russitaly.ru/news/otkrytie-novogo-saita-po-upakovochnomu-oborudovaniyu-siat.html.

УДК 681.5

ВРЕМЯ-ЧАСТОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ДЕМПФИРОВАНИЯ ПАРАЗИТНЫХ АТОМОВ

К. Н. Карнадуд, А. В. Ведерников, Я. М. Голубовский, Б. А. Федосенков
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Подход, предложенный Чуи и Уильямсом [1], решает одну из важных проблем, возникающих при работе с распределением Вигнера [2]. Как видно из рис. 1 (a), распределение Вигнера иногда показывает интенсивность в тех областях, где ожидаются нулевые значения распределения. Эти паразитные значения, обусловленные так называемыми перекрестными (интерференционными) элементами распределения, особенно распространены для многокомпонентных сигналов. Причина этих эффектов, своего рода артефактов, обычно объясняется билинейной природой распределения. Для распределения Вигнера были разработаны методы, позволяющие избегать их появления. Чуи и Уильямс предложили вместо разработки процедуры для их устранения из распределения Вигнера, найти распределения, для которых артефактные значения минимальны. Им удалось разработать распределение, которое прекрасно соответствует нашим представлениям о том, где мощность сигнала должна быть сконцентрирована, и где минимизировано влияние перекрестных элементов в многокомпонентных сигналах.

На рис. 1 демонстрируется пример время-частотного отображения непрерывного распределения двухкомпонентного 1D-сигнала [2]. Подобными осциллограммами описываются сигналы материалопотоков из дозаторов непрерывного действия шнекового или спирального типа. На осциллограмме приведена переменная составляющая расхода.

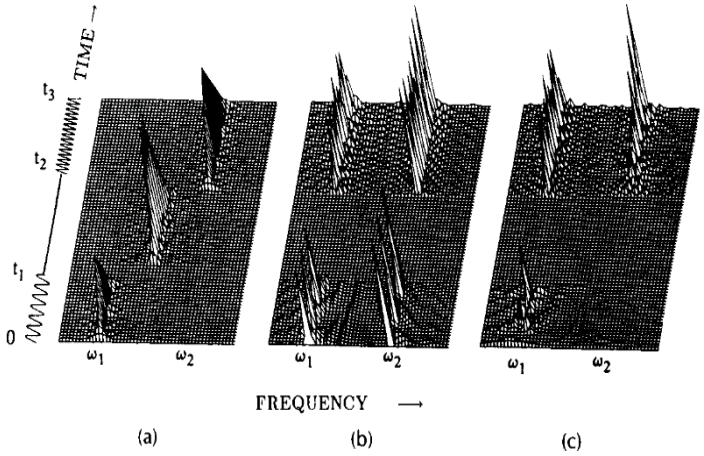


Рисунок 1 – Распределения Вигнера (a), Рихачека (b) и Пейджа (c) для сигнала из двух синусоидальных волн с разными частотами

Из осциллограммы видно, что сигнал возникает в нулевое время с постоянной частотой ω_1 и исчезает в момент времени t_1, снова возникает в момент времени t_2 с частотой ω_2 и длится до момента t_3. Все три распределения отображают скачки импульсов (время-частотных атомов – ВЧА). В частности, на распределении Вигнера возникают паразитные ВЧА на полусуммарной частоте $(\omega_1+\omega_2)/2$, на распределении Рихачека – виртуальные атомы на частотах ω_1 и ω_2, на распределении Пейджа – избыточные элементы на частоте ω_1. Иными словами, эти распределения неадекватно отображают в многомерном

пространстве «время-частота-интенсивность» характер исследуемого одномерного нестационарного сигнала.

Чуи и Уильямс предлагают рассматривать сигнал, состоящий из компонент $s_k(t)$:

$$s(t) = \sum_{k=1}^{N} s_k(t) \quad . \tag{1}$$

Подставляя это в общее уравнение

$$P(t,\omega) = \frac{1}{4\pi^2} \iiint e^{-j\theta t - j\tau\omega + j\theta u} \varphi(\theta,\tau) \cdot s^*\left(u - \frac{1}{2}\tau\right) \cdot s\left(u + \frac{1}{2}\tau\right) du\, d\tau\, d\theta \quad , \tag{2}$$

можно записать распределение как сумму собственных и перекрестных членов,

$$P(t,\omega) = \sum_{k=1}^{N} P_{kk}(t,\omega) + \sum_{\substack{k,l=1 \\ k \neq l}}^{N} P_{kl}(t,\omega) \quad , \tag{3}$$

где

$$P_{kl}(t,\omega) = \frac{1}{4\pi^2} \iiint e^{-j\theta t - j\tau\omega + j\theta u} \varphi(\theta,\tau) \cdot s_k^*\left(u - \frac{1}{2}\tau\right) \cdot s_1\left(u + \frac{1}{2}\tau\right) du\, d\tau\, d\theta \quad . \tag{4}$$

Отсюда видно, что разумным выбором ядра можно минимизировать количество перекрестных элементов, сохранив желательные свойства собственных элементов. Ядро распределения Чуи – Уильямса имеет вид:

$$\varphi(\theta,\tau) = e^{-\theta^2\tau^2/\delta} \tag{5}$$

где δ - постоянная. Подставляя функцию ядра в уравнение (2) и интегрируя по θ, получаем

$$P_{CW}(t,\omega) = \frac{1}{4\pi^{3/2}} \iint \frac{1}{\sqrt{\tau^2/\delta}} e^{-\left[(u-t)^2/\left(4\tau^2/\delta\right)\right] - j\tau\omega} \cdot s^*\left(u - \frac{1}{2}\tau\right) \cdot s\left(u - \frac{1}{2}\tau\right) du\, d\tau \quad .$$

Подавление воздействия перекрестных элементов осуществляется варьированием параметра δ.

Ядро, заданное выражением (5), удовлетворяет уравнению

$$\varphi(\theta,\tau) = \varphi^*(-\theta,-\tau) \quad ,$$

а это указывает, что локальная автокорреляционная функция удовлетворяет равенству

$$R_t(\tau) = R_t^*(-\tau)$$

В работе Чуи – Уильямса сформулированы и эффективно реализованы средства выбора распределений, которые минимизируют побочные значения, вызванные перекрестными (паразитными) элементами. Ядро, заданное уравнением (5), является представителем однопараметрического семейства. Ядра с другими параметрами могут

использоваться с целью формирования время-частотных распределений с определенными особенностями, служащими для выделения значимости тех или иных характерных черт исследуемых сигналов.

Приведем три примера для иллюстрации простоты интерпретации в случае использования распределения Чуи – Уильямса. Сначала возьмем сумму двух чистых синусоидальных волн:

$$s(t) = A_1 e^{j\omega_1 t} + A_2 e^{j\omega_2 t}.$$

Распределение Чуи – Уильямса может быть получено в виде:

$$P_{CW}(t, \omega) = A_1^2 \delta(\omega - \omega_1) + A_2^2 \delta(\omega - \omega_2) + 2A_1 A_2 \cos(\omega_2 - \omega_1) t\eta(\omega, \omega_1, \omega_2, \delta),$$

где

$$\eta(\omega, \omega_1, \omega_2, \delta) = \sqrt{\frac{1}{4\pi(\omega_1 - \omega_2)^2 / \delta}} \cdot \exp\left\{ -\frac{\left[\omega - \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)\right]^2}{4(\omega_1 - \omega_2)^2 / \delta} \right\}.$$

Отметим, что

$$\lim_{\delta \to \infty} \eta(\omega, \omega_1, \omega_2, \delta) = \delta\left[\omega - \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)\right],$$

и в этом случае распределение стремится к бесконечности на частоте $\left[\omega = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)\right]$. Фактически, при $\delta \to \infty$ распределение превращается в распределение Вигнера, поскольку предел ядра становится равным 1. Пока δ конечна, в этой точке перекрестные элементы также конечны и возрастают как $\sqrt{\delta}$. Заметим, что если δ мало, то перекрестные элементы также малы и не затемняют общую картину фальшивыми элементами. На рис. 2 проиллюстрировано влияние параметра δ. Здесь символически представлена дельта-функция, но расчет для перекрестных элементов является точным. Видно, что влияние перекрестных элементов может быть скомпенсировано выбором соответствующего значения параметра δ.

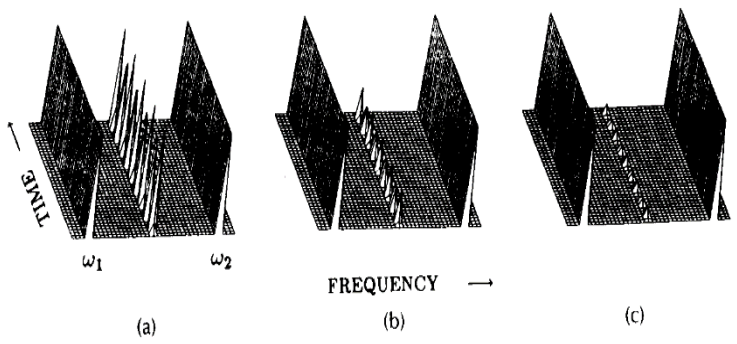


Рисунок 2 – Распределения Вигнера (a) и Чуи – Уильямса - (b) и (c) - для суммы двух синусоидальных волн вида $s(t) = e^{i\omega_1 t} + e^{i\omega_2 t}$

Распределение Вигнера достигает максимума на частотах ω_1, ω_2, а также на паразитном значении частоты $\omega = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)$. Средний элемент распределения осциллирует и связан с перекрестными элементами. Распределения Чуи – Уильямса приведены для (b) $\delta=10^6$ и (c) $\delta=10^5$. Здесь $\omega_1=1$ и $\omega_2=9$. Дельта-функции при ω_1 и ω_2 представлены символически и прерываются на значении 700.

Другим показательным примером является сумма двух чирп-подобных сигналов:

$$s(t) = A_1\left(\frac{\alpha_1}{\pi}\right)^{1/4} e^{-\alpha_1 t^2/2 + j\beta_1 t^2/2 + j\omega_1 t} + A_2\left(\frac{\alpha_2}{\pi}\right)^{1/4} e^{-\alpha_2 t^2/2 - j\beta_{21} t^2/2 + j\omega_2 t},$$

с линейно изменяющимися частотами $\omega = \omega_1+\beta_1 t$ и $\omega = \omega_2 - \beta_2 t$. Ожидается, что всплеск энергий будет наблюдаться на указанных мгновенных частотах. На рис. 3 представлены графики распределений Вигнера и Чуи – Уильямса. Обратим внимание на средний всплеск в распределении Вигнера. С другой стороны, распределение Чуи – Уильямса ясно и легко интерпретируется.

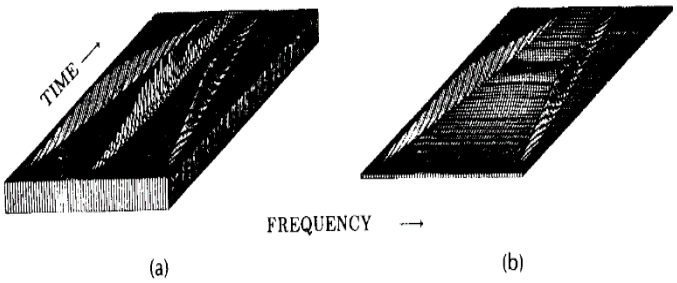


Рисунок 3 – Распределения Вигнера (a) и распределение Чуи – Уильямса (b) для суммы двух чирп-сигналов

Распределение Вигнера имеет артефакты, то есть паразитные значения, между двумя концентрациями энергии вдоль мгновенных частот чирп-сигналов. В распределении Чуи – Уильямса паразитные элементы существенно демпфированы за счет параметра δ.

На рис. 4 показаны распределения Вигнера и Чуи – Уильямса для сигнала, представляющего собой сумму чирп-сигнала и синусоидально-модулированного по частоте сигнала:

$$s(t) = A_1 e^{j\beta_1 t^2/2 + j\omega_1 t} + A_2 e^{j\omega_2 t^2/2 + j\beta_2 \sin\omega_m t}.$$

Для обоих распределений наблюдается концентрация энергии вдоль мгновенных частот. Однако для распределения Вигнера «интерференционные» элементы существуют, между тем, как в распределении Чуи – Уильямса они весьма незначительны.

Здесь оба распределения отображают концентрацию энергии на мгновенных частотах $\omega= \omega_1+\beta_1 t$ и $\omega=\omega_2+\beta_2\omega_m\cos\omega_m t$. На распределении Вигнера возникают паразитные члены между двумя изменяющимися частотами, но они весьма малы по величине в распределении Чуи – Уильямса. Таким образом, используя вместо распределения Вигнера распределение Чуи –Уильямса, можно представлять, например, в системе управления технологическим объектом, 1D-сигналы в виде чистых, не зашумленных, многомерных семантически ясных вейвлет-отображений.

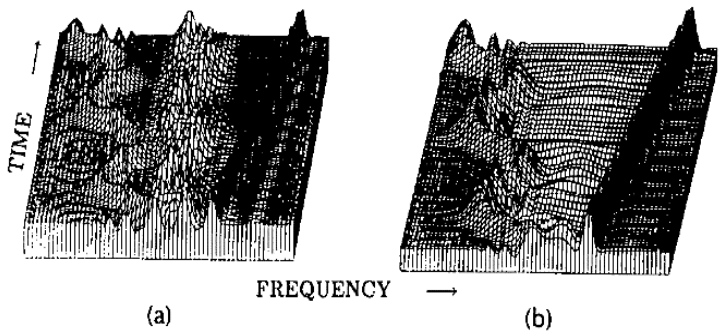


Рисунок 4 – Распределения Вигнера (a) и Чуи – Уильямса (b) для сигнала

$$s(t) = A_1 e^{j\beta_1 t^2/2 + j\omega_1 t} + A_2 e^{j\omega_2 t^2/2 + j\beta_2 \sin \omega_m t}$$

При анализе материалопотоковых сигналов в технологическом пространстве смесеприготовительного агрегата с применением время-частотных распределений класса Коэна [2], представляется рациональным использовать в качестве рабочего инструмента распределения Вигнера и Чуи – Уильямса. При этом в распределении Вигнера интерференционные элементы распределения следует просто игнорировать путем прямого отбрасывания перекрестных членов, а в распределении Чуи – Уильямса те же паразитные элементы могут быть нейтрализованы путем задания соответствующих значений параметра управления виртуальной энергией.

Список литературы

1. Choi, H. I. Improved time-frequency representation of multicomponent signals using exponential kernels / H. I. Choi, W. J. Williams // IEEE Trans. Acoust., Speech, and Sign. Proc. – 1989. – Vol. 37, № 6. – P. 862–871.

2. Cohen, L. Time-frequency analysis / L. Cohen. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1995. – P. 299.

УДК 676.811.3

РАЗРАБОТКА СЕРИИ ЭТИКЕТОК ДЛЯ ШАМПУНЯ ТОРГОВОЙ МАРКИ «ЛУГОВЬЕ»

Н. О. Каурова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Когда-то косметика была доступна лишь избранным, но время идет, и теперь в каждом доме есть целые полки и шкафчики, заставленные разнообразными флакончиками и тюбиками. Косметика стала повседневной. Мягкие и блестящие волосы, к которым хочется прикасаться, наполненные живой силой и упругостью – это одно из сокровенных желаний женщины. Это провоцирует постоянный уход за волосами как изнутри, так и снаружи. Сейчас самым популярным средством по уходу за волосами является шампунь. Это слово является опосредованным англоязычным заимствованием из хинди, как «чампа» – название цветка растущего в Индии, из которого делается масло для втирания в волосы (отсюда англ. shampoo – «массировать»).

Российский рынок шампуней для волос характеризуется сильной конкурентной борьбой. Многие западные компании уже производят продукцию в России, но и отечественный производитель не отстает – соотношение российской и импортной продукции примерно 50/50. И в этой ситуации залогом успешных продаж становится хорошо проработанный бренд товара, продуманная ценовая политика и активное рекламное продвижение [1].

Торговая марка – часть фирменного стиля, корпоративного образа компании. Основное ее предназначение является своеобразное звено между производителем и потребителем. Она представляется в виде постоянного знака, графически оформленное и юридически закрепленное название фирмы [2].

Задача разрабатываемого дизайна заключается в том, чтобы создать яркий, узнаваемый, конкурентоспособный и визуально активный дизайн упаковки, а также создавать нужные ассоциации.

Чтобы перейти к разработке дизайна новой торговой марки для начала подбирается упаковки для шампуня. Важным составляющим при подборе упаковки является ее форма. Форма бутылки выбрана исходя из технологичности ее производства, удобства размещения в ней продукта и технологичного расположения в групповой таре. Выбранный тип упаковки – индивидуальная упаковка – ПЭТ-бутылка. Простая форма бутылки обеспечивает экономическую выгоду при ее изготовлении. Максимальное удобство использования тары обеспечивается за счет наличия дозатора, что также обеспечивает экономичный расход косметики. Габаритные размеры упаковки составляют 170 × 45 мм, вместимость упаковки – 0,2 литра. ПЭТ-бутылка представлена на рисунке 1.

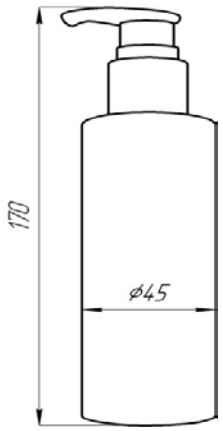


Рисунок 1 – Форма бутылки для шампуня

Далее переходим уже к первому этапу создания новой торговой марки. Он осуществляется в создании словесной базы поискового ряда, на основании которого будет осуществляться проектирование торговой марки. Узнаваемость бренда и неповторимый образ являются основными составляющими создаваемого бренда. Логотип несет определенные ассоциации, которые должны быть связанны с целью компании. Позиционирование образа бренда построено на следующих ассоциациях: чистота, натуральные ингредиенты, свежесть, уход, красивые и ухоженные волосы.

В качестве логотипа выбрано слово – «Луговье», которое является производной от слова «луг». Название ассоциируется с душистыми, ароматными, лечебными травами и цветами, которые растут на лугу, тем самым подчеркивают природное происхождение ингредиентов необходимые для изготовления шампуня.

Фирменный шрифт – часть фирменного стиля, определенные шрифтовые решения в оформлении текстовых материалов и логотипов, которые выбрала и постоянно использует организация в своей рекламе и в дизайне своих товаров и услуг. Помимо графических изображений, композиционных построений и цветового оформления, существенную часть дизайна упаковки образует именно фирменный шрифт. Каждый шрифт обладает функциональными особенностями и по-разному воспринимается потребителями. Фирменный шрифт должен соответствовать особенностям деятельности компании, которой она занимается [2].

Логотип выглядит так, как будто написан от руки. Шрифт круглый, мягкий и имеет хорошую читаемость, узнаваемость, целостность. Использование графических элементов в виде пары лепестков также подчеркивают природные и натуральные ингредиенты, на основе которых создан шампунь. Логотип представлен на рисунке 2.

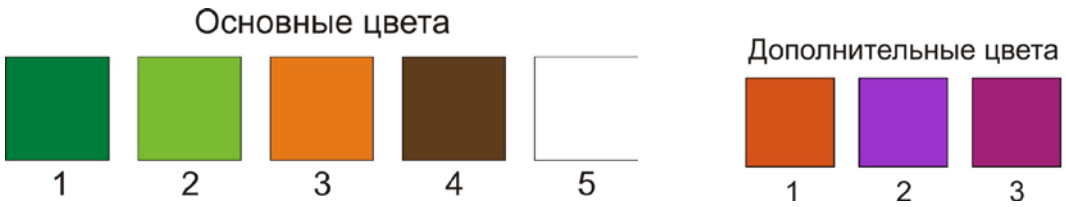
Рисунок 2 – Логотип торговой марки «Луговье»

Композиционное решение – это каркас любого дизайнерского решения, который оказывает существенное влияние на эмоции, вызываемые у покупателей.

Для этикетки шампуня выбрана симметричная композиция. При такой компоновке элементов все составляющие части располагаются устойчиво условной оси симметрии композиции. В верхней части этикетки расположен логотип, следом стилизованный графический элемент (календула, лаванда, клевер), входящие в состав шампуня. Наименование повернуто на 90˚. Ниже графического элемента расположено основное свойство продукта и перечислены полезные элементы входящие в его состав.

Цвет оказывает на потребителя наиболее сильное эмоциональное воздействие. Люди воспринимают цвет упаковок на трех разных уровнях: физиологическом, культурном и ассоциативном. Физиологическое восприятие кажется самым прямым.

При создании дизайна этикетки были подобраны основные и дополнительные фирменные цвета. Основное и дополнительное цветовые решения дизайна этикетки представлены на рисунке 3.



Основные цвета: 1 – темно - зеленый (C:93, M:24; Y:100; K:1); 2 – зеленый (C:44, M:2; Y:98; K:0); 3 – оранжевый (C:0, M:60; Y:100; K:0); 4 – коричневый(C:12, M:63; Y:100; K:61); 5 – белый (C:0, M:0; Y:0; K:0).

Дополнительные цвета: 1 – оранжевый (C:3, M:81; Y:95; K:0); 2 – сиреневый (C:66, M:88; Y:0; K:0); 3 – пурпурный (C:29, M:99; Y:3; K:0).

Рисунок 3 – Цветовое решение дизайна этикетки

Зеленый вызывает ассоциации свежесть, здоровье, спокойствие и ощущение природы, то есть натуральности продукта.

Оранжевый преобладает в дизайне этикетки – это цвет счастья, радости, дружбы. Для детей лимонад вызывает ассоциации радости и счастья, напиток дружбы.

Коричневый ассоциируется с природой, вызывает чувство надежности, прочности и безопасности.

Белый – чистота, гигиеничность, нежность, честность и обладает успокаивающим эффектом.

Дополнительные цвета подобраны с учетом цвета цветков растений (календула, лаванда, клевер), которые входят в состав шампуня.

Ассортиментный ряд этикеток для шампуня представлен на рисунке 4.

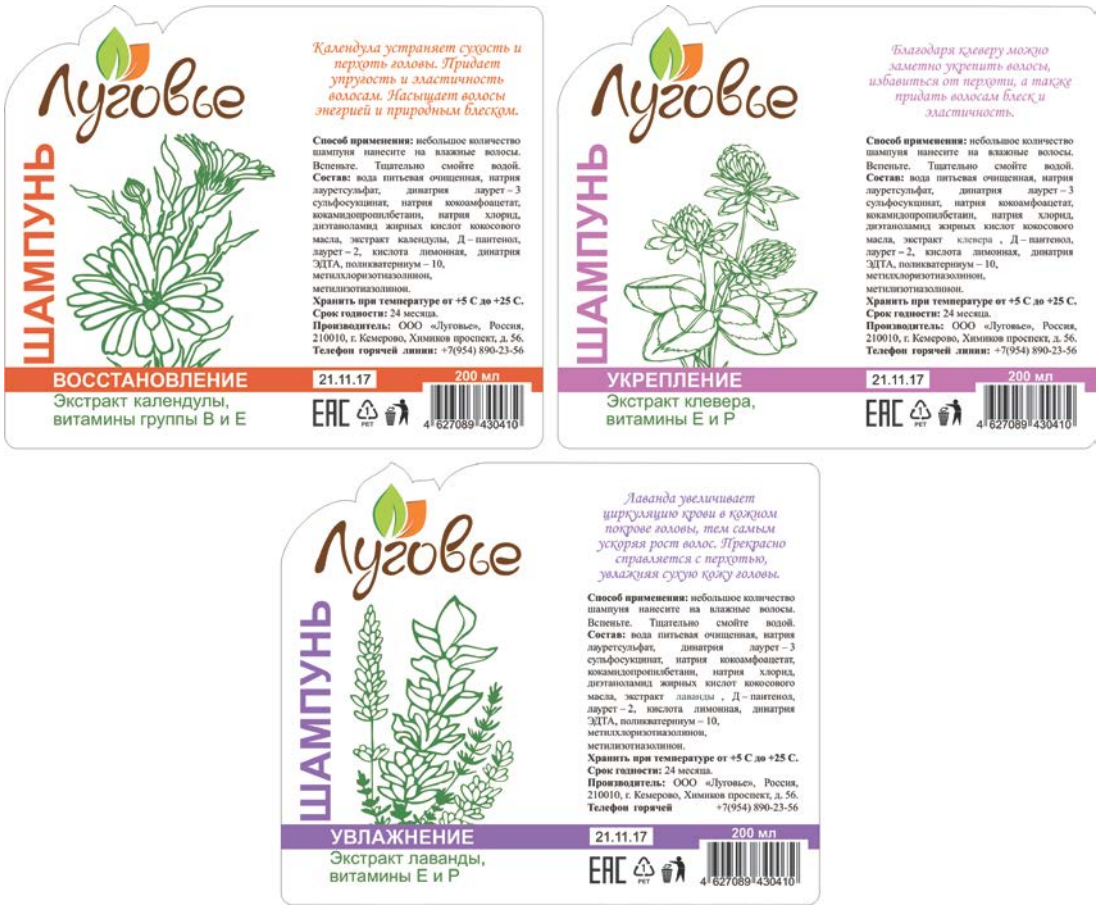


Рисунок 4 – Ассортиментный ряд этикеток для шампуня

Вырубка этикеток осуществляется по технологии лазерной резки. С каждым годом эта технология становится все более популярной, с ее помощью возможно этикетки абсолютной любой сложной формы, быстро и качественно, при этом форма высечки может меняться каждый раз. Этот вид вырубки существенно не влияет на экономическую составляющую товара.

В качестве материала для этикеток была выбрана матовая самоклеющаяся бумага фирмы Lomond, плотностью 100 г/м^2. Запечатывания материала осуществляется с помощью лазерного принтера. Достоинства данной печати заключается в том, что изображение получается четкое и яркое, осуществляется высокая скорость печати. За лазерной печати напечатанное изображение и текст получаются матовыми, что обеспечивает легкую читаемость текста. На поверхности этикетки не создается бликов от освещения, тем самым продукт выделяется на полке среди конкурентов.

Упаковка, сделанная правильно и креативно, способствует высоким продажам продукта. Она привлекает внимание, информирует о содержании и производителе, рассказывает историю и перечисляет полезные качества, а также вызывает определенные чувства у потребителей.

Объемное изображение этикеток представлено на рисунке 5.

Рисунок 5 – Объемное изображение этикеток

Список литературы

1. Анализ рынка шампуней : [сайт]. URL: http://studbooks.net/821836/marketing/analiz_rynka_shampuney.

2. Костина, Н.Г. Фирменный стиль и дизайн: учебное пособие для студентов вузов / Н.Г.Костина, С.Ю. Баранец; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2014. – 97 с.

УДК 665.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН САФЛОРА

А. А. Кахоров, М. Х. Усмонов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Сафлор (лат. Cárthamus tinctórius) является одной из древнейших масличных культур. Считается, что этот вид вышел из юго-восточной Азии, но долго выращивался в Китае, Ближнем Востоке и Северной Африке. 1950-х годах были выведены сорта с более высоким содержанием масла в семенах, и сафлоровое масло стали использовать для защитных покрытий. В семенах сафлора красильного содержится 26 – 40 % жирного масла, в плодах 43 – 58 %. Содержит до 0,7 мг/г конъюгированной линолевой кислоты – это самое большое содержание КЛК среди растительных масел. Также содержит витамин К, производные серотонина, витамин Е [2].

В ходе наших исследований были проведены следующие эксперименты:

Для измерения средней скорости воздушного потока в пневмосепарирующем канале экспериментальной установки использован чашечный анемометр МС-13, который предназначен для измерения средней скорости воздушного потока в промышленных условиях. Диапазон измерения средней скорости воздушного потока от 1 до 20 м/с.

В процессе исследования помещен в пневмосепарирующую трубу образцы продукта, с заранее диаметром частиц, и регулируя реостатом скорость воздушного потока добивались витания частиц, затем замеряли анемометром. И на основе полученных скоростей рассчитывали среднюю скорость витания [3].

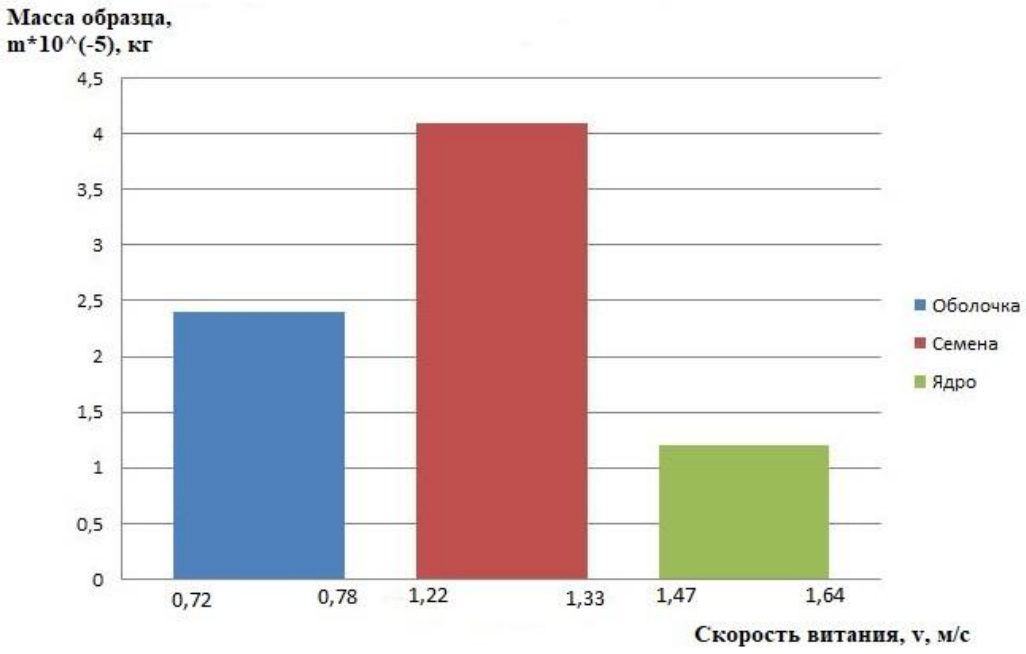


Рисунок 1 - Диаграмма зависимости скорости витания от массы

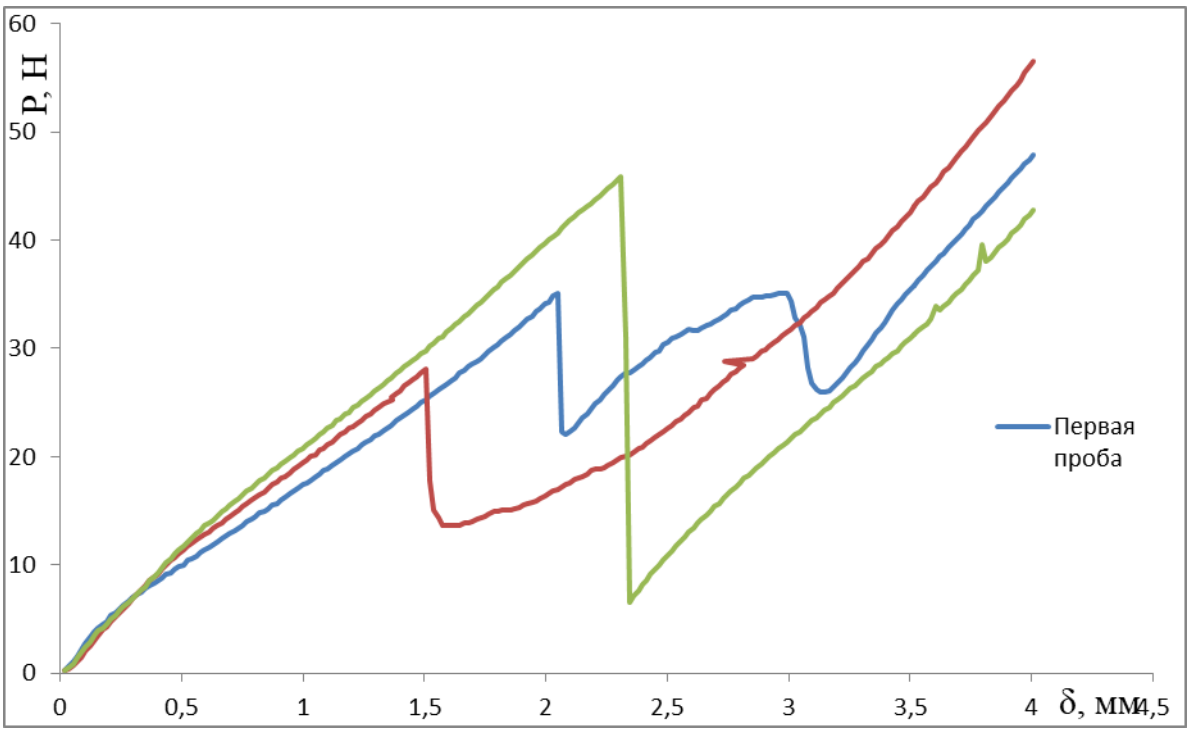


Рисунок 2 – Диаграмма нагружений семян сафлора при их влажности 5.59 %

1. Характер протекания процесса сушки

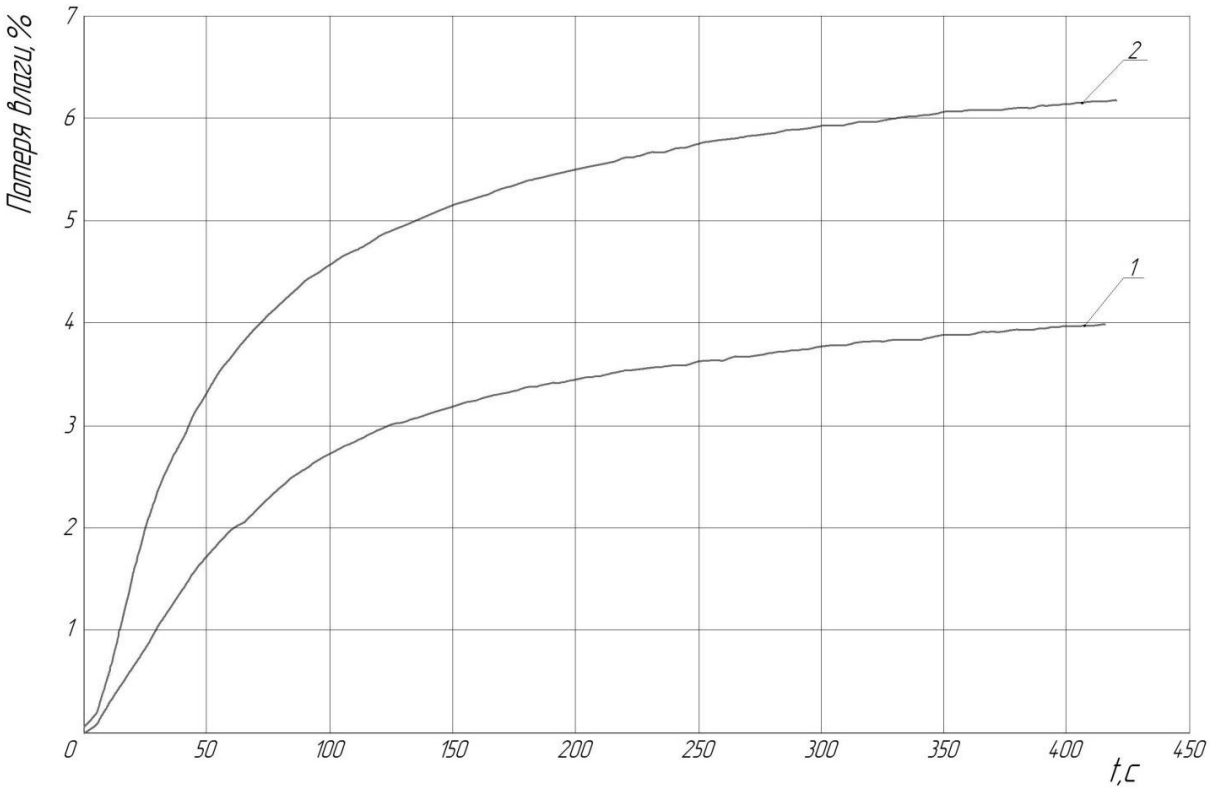


Рисунок 3 – Кривые сушки
1 – цельные семена, 2 – обрушенные семена

На рисунке 3 представлены кривые сушки зерна, полученные с помощью анализатора влажности МХ–50. Эксперименты осуществлялись в режиме «ускоренная сушка» при температуре процесса 120 ºС. Анализ полученных кривых показывает, что при температуре

120^{0}С у обрушенных семян сафлора удаляется большая часть влаги чем при сушке цельных семян.

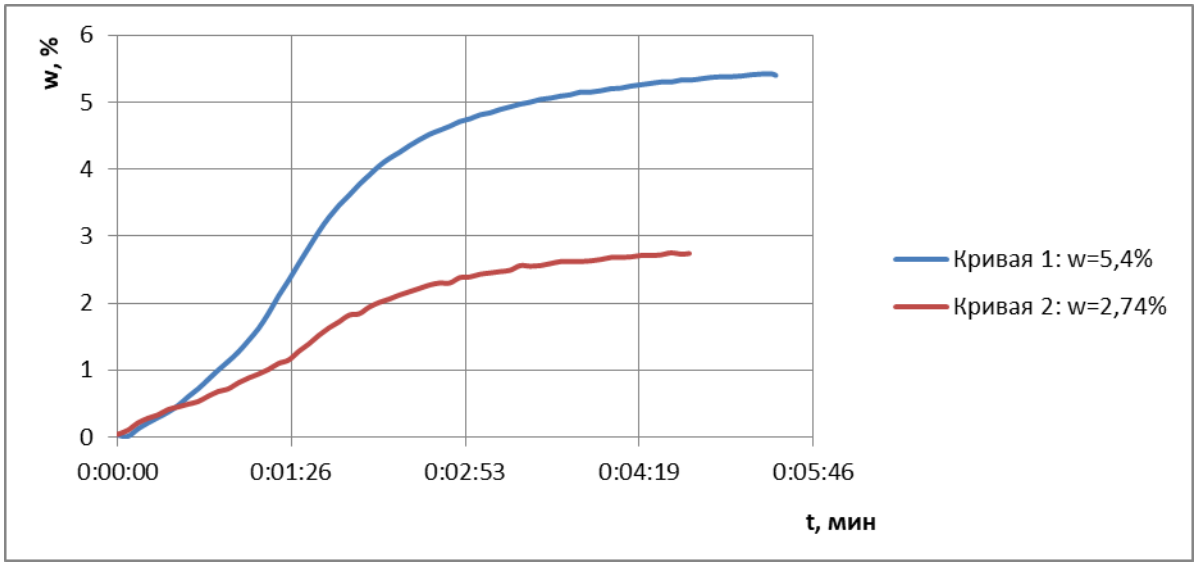


Рисунок 4 – Кривая сушки семян
1 - семена хранившихся в естественных условиях
2 - семена подвергнутых предварительному подсушиванию конвективным способом при температуре 50-60 ^{o} С

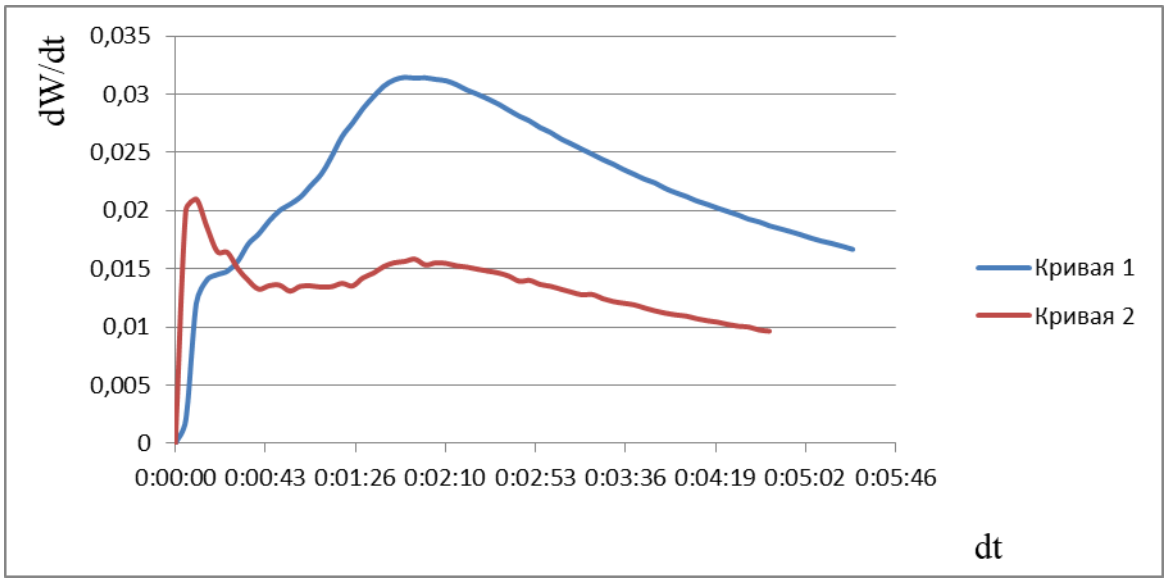


Рисунок 5 – Изменение скорости сушки во времени
1 - семена, хранившихся в естественных условиях
2 - семена, подвергнутых предварительному подсушиванию конвективным способом при температуре 50-60^o С

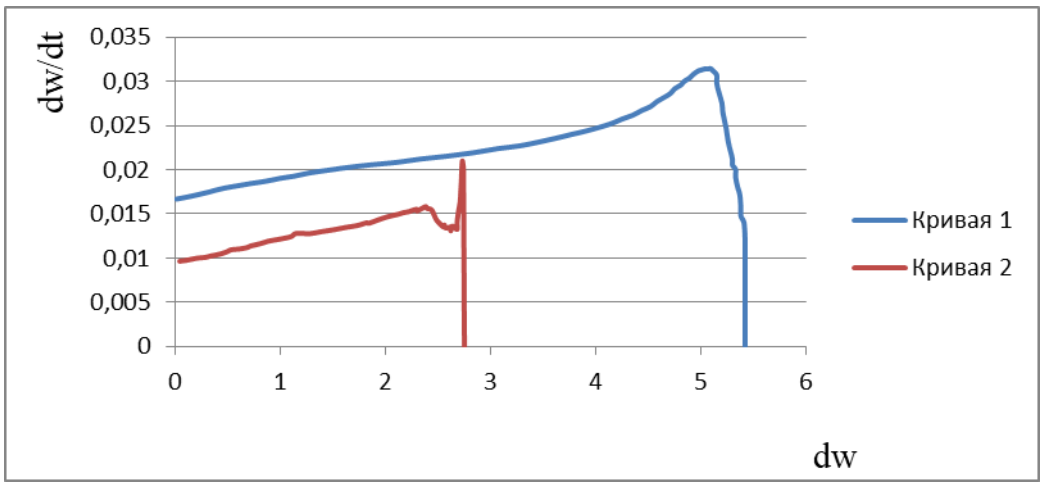


Рисунок 6 - Кинетика сушки: dw/dt=dw

1 - семена, хранившихся в естественных условиях

2 - семена, подвергнутых предварительному подсушиванию конвективным способом при температуре 50-60^{o} С

На рисунке 7 показан зависимость количества обрушенных семян от частоты вращения рабочего органа и от влажности семян.

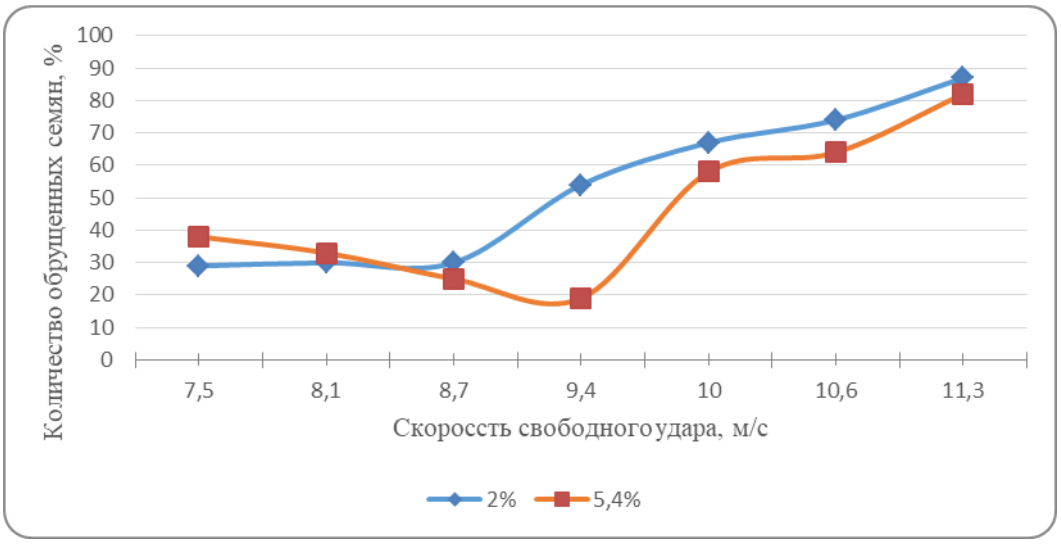


Рисунок 7 – Зависимость количества обрушенных семян от скорости свободного удара

Выводы: В ходе наших исследовательских работ мы пришли к выводу что наиболее эффективно обрушивать семена, хранившихся в естественных условиях, при скорости свободного удара равной 10.6 м/с.

Список литературы

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин/ М.: Высшая школа, 2006

2. Электронный ресурс, режим доступа: http://fb.ru/article/185172/saflor---chto-eto-takoe-opisanie-vyiraschivanie-rasteniya.

3. Электронный ресурс, режим доступа: http://pandia.ru/text/77/276/88594.php.

УДК 621.646.7:664.6:613.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СМЕСИТЕЛЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д. И. Киселев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Для достижения высоких спортивных результатов необходимо сбалансированное адаптированное питание, учитывающее индивидуальные особенности спортсменов. В ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» (принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии 15.06.2012 г. № 34) дано определение продуктов питания для атлетов – это специальные продукты питания с определенным биохимическим составом, высокой биологической ценностью и направленной эффективностью, входящие в состав продукты, которые повышают возможности людей с повышенными физическими и умственными нагрузками. Разработка специализированных продуктов для спортсменов различных видов спорта в настоящее время рассматривается в качестве одного из важных резервов роста их спортивных достижений.

Целью данной работы было получить рациональные параметры работы центробежно-шнекового смесителя для определенной смеси функционального назначения и определить биологическую ценность полученных мучных хлебопекарных смесей с помощью химического анализа.

В табл. 1 приведено соотношение рецептурных компонентов мучной хлебопекарной смеси без учета потерь.

Таблица 1 – Рецептуры мучных хлебопекарных смесей

Состав рецептуры	Образец контрольный (без добавок)	Рецепт № 1	Рецепт № 2	Рецепт № 3
Пшеничная мука 1 сорт, г	200	730,6	436,5	143
Отруби овсяные, г	–	91,3	–	–
Мука нутовая, г	–	64,0	–	–
Поваренная соль, г	5	13,7	13,7	5
Сахарный песок, г	–	36,5	36,5	–
Клейковина сухая, г	–	27,4	26,2	8,3
Кунжут, г		36,5	–	–
Пшеничная цельносмолотая мука, г	–	–	436,5	–
Сухое молоко, г	–	–	26,2	–
Сеня льна, г	–	–	43,6	–
Мука рж. обойная	–	–	–	83
Мука гречневая	–	–	–	41,4
Лук сушеный	–	–	–	19,3

С целью получения высококачественных смесей был разработан центробежно-шнековый смеситель для сыпучих материалов (пат. № 2013137989/05) [5]. При этом нужно брать в расчет еще несколько факторов, которые добавляют лишние сложности, например, разный размер частиц в смеси, плотности и других физико-механических характеристик компонентов смеси проведены исследования работы непрерывно действующего центробежного аппарата с повышенной накопительной способностью материала на основе

регрессионного анализа и экспериментальных исследований при получении сухой мучной хлебопекарной смеси для спортивного питания [1, 4].

На данном аппарате проведены опыты как влияет частота вращения ротора **n** (500–900 об/мин) на количество отверстий в витках шнека $\mathbf{Z_O}$ (4–8) и количество витков $\mathbf{Z_V}$ (2–4) на качество мучной хлебопекарной смеси функционального назначения. На данных параметрах работы смесителя проведено 8 экспериментов, в каждом из них осуществлялся отбор по 30 проб с массой 30 г. Для дальнейшего анализа рассматриваемую мучную смесь (рецептуры которой представлены в табл. 1) представляли, как бинарные, в которых в качестве ключевого компонента приняли поваренную соль (имеющая минимальную массу по отношению к другим компонентам), а в качестве основного – другие ингредиенты согласно рецептурам. Затем полученные пробы подвергались химическому анализу, на основе которого определили концентрацию поваренной соли в каждой из них. Далее по известной методике были рассчитаны коэффициенты неоднородности смеси для каждого эксперимента [3]. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Коэффициенты неоднородности

Независимые переменные			**Коэффициент неоднородности Vc, % для смесей:**		
n	Z_o	$Z_в$	Смесь № 1	Смесь № 2	Смесь № 3
500	4	2	5,92	4,32	5,17
500	4	4	8,56	3,59	4,82
500	8	2	9,37	3,51	3,91
500	8	4	11,2	5,29	3,93
900	4	2	5,6	3,99	4,14
900	4	4	3,79	5,11	4,32
900	8	2	12,06	4,31	3,96
900	8	4	11,95	5,07	4,07

Из табл. 2 видно, что наилучшее качество смешивания, полученной для первой рецептуры достигается при частоте вращения ротора (n = 900 об/мин), количестве витков (Z_B = 4) и количестве отверстий на витках шнека (Z_O = 4), а для второй и третьей смеси лучшее значение достигается при n = 500 об/мин, Z_B = 8, Z_O = 2, следовательно, при этих параметрах будет достигнуто наилучшее качество получаемых смеси функционального назначения [2].

На следующем этапе для лучшего восприятия данных были построены регрессионные зависимости коэффициента неоднородности от переменных факторов.

Для смеси № 1 - $V_C = -0{,}000681 \cdot n - 0{,}300563 \cdot Z_O + 3{,}656374 \cdot Z_v + 0{,}002321 \cdot n \cdot Z_O - 0{,}004683 \cdot n \cdot Z_v - 0{,}003414 \cdot Z_O \cdot Z_v$

Для смеси № 2 - $V_C = 0{,}005591 \cdot n + 0{,}297831 \cdot Z_O + 0{,}84412 \cdot Z_v - 0{,}000601 \cdot n \cdot Z_O - 0{,}000189 \cdot n \cdot Z_v + 0{,}074478 \cdot Z_O \cdot Z_v$

Для смеси № 3 - $V_C = 0{,}004036 \cdot n + 0{,}335785 \cdot Z_O + 1{,}470320 \cdot Z_v - 0{,}001075 \cdot n \cdot Z_O - 0{,}106581 \cdot n \cdot Z_v + 0{,}074478 \cdot Z_O \cdot Z_v$

Полученные регрессионные модели являются адекватными, поскольку значения средней относительной погрешности для каждого случая не превышают 10 % и составляют: для смеси № 1 – 4,8 %; для второй – 9,06 %; для третьей – 9,08 %, следовательно, данные регрессионные модели можно использовать для дальнейших расчетов.

Таблица 3 – Сравнение наблюдаемых и предсказанных значений

№ Опыта	V_C, % Наблюдаемые			V_C, % Модельные			Относительная погрешность, %		
	Смесь № 1	Смесь № 2	Смесь № 3	Смесь № 1	Смесь № 2	Смесь № 3	Смесь № 1	Смесь № 2	Смесь № 3
1	5,95	4,32	5,17	5,70	3,36	3,98	3,67	22,21	22,88
2	8,56	3,59	4,82	8,30	3,93	5,00	2,97	12,44	3,74
3	9,37	3,51	3,91	9,11	3,94	4,09	2,71	12,40	4,61
4	11,2	5,29	3,93	11,69	5,11	4,25	4,38	3,27	8,16
5	5,6	3,99	4,14	5,39	4,48	4,43	3,61	12,37	7,04
6	3,79	5,11	4,32	4,25	4,90	4,58	12,25	3,96	6,14
7	12,06	4,31	3,96	12,52	4,10	4,22	3,85	4,69	6,69
8	11,95	5,07	4,07	11,35	5,12	3,52	4,98	1,12	13,36

Следующим шагом в работе было изготовить опытные партии мучных смесей функционального назначения, выбрав рациональные параметры работы смесителя. На этой основе был испечен хлеб и отправлен на дальнейшие изучение его биологической ценности.

Был проведен аминокислотный анализ и установлено содержание аминокислот в изучаемых образцах, которые были приготовлены с использованием разработанных смесей, а за тем их сравнили с контрольными образцами без добавок. Было выявлено, что в зависимости от рецептуры в изделии содержание аргинина повысилось на 85 %, серина на 75%, тирозина на 60 %, гистидина на 73 %, пролина на 68 %, фенилаланина на 60 %, треонина на 90 %, лейцин + изолейцин на 90 %, аланина на 75 %, метионина на 55 %, валина на 95 % в сравнении с опытным (контрольным) образцом, это свидетельствует, что биологическая ценность изделия улучшилась. Представленные значения аминокислот на рис. 1 и 2.

Можно считать, что изделия рекомендуются людям занимающимся спортом, а так же для домашней выпечки и предприятиям общественного питания.

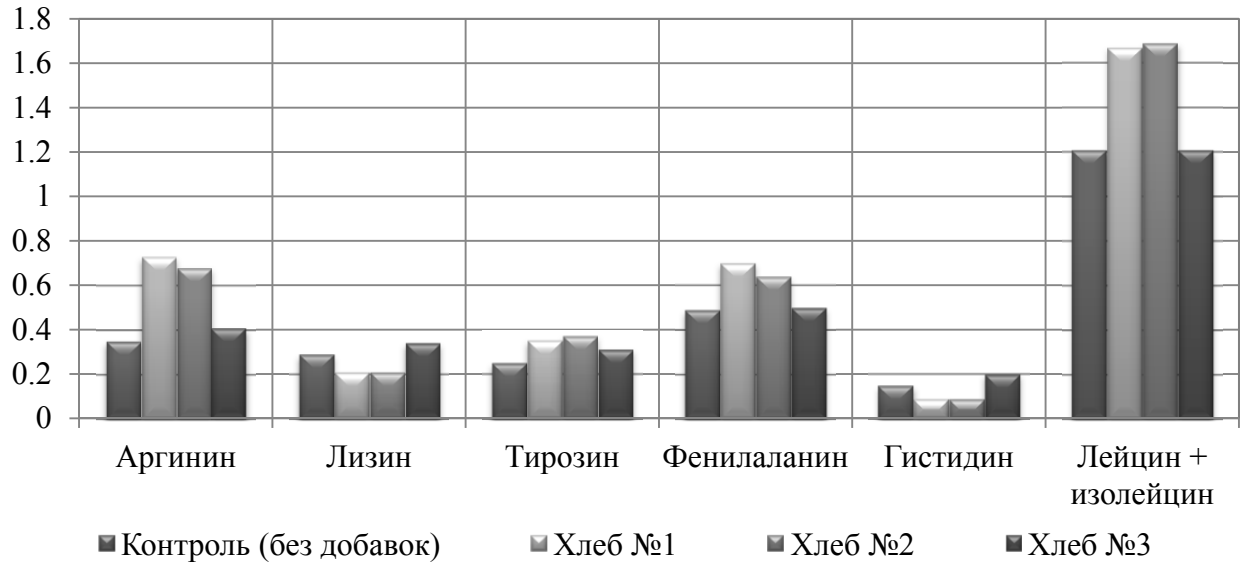


Рисунок 1 – Сравнительный аминокислотный анализ

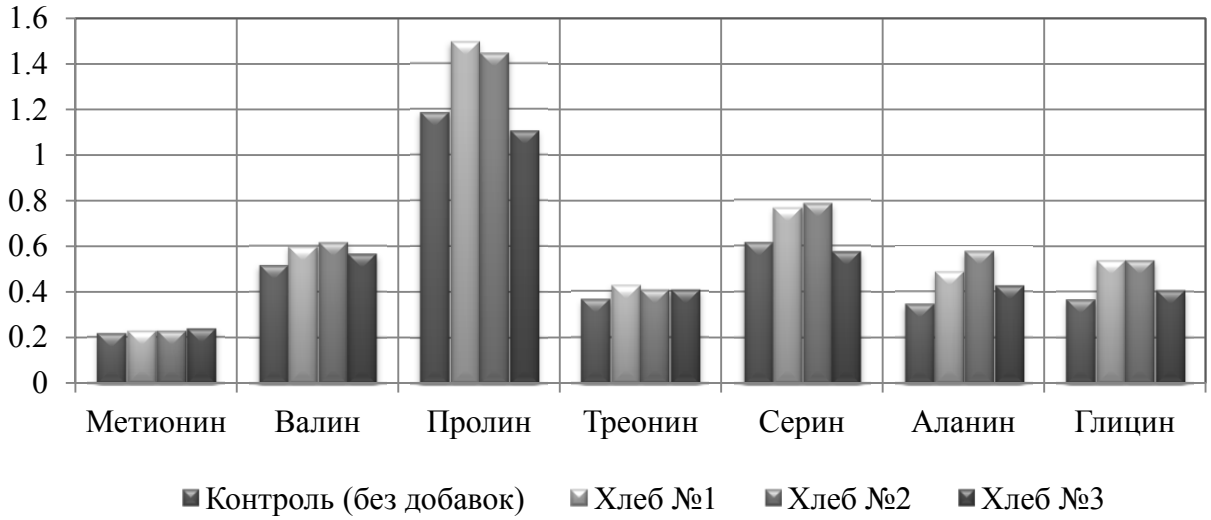


Рисунок 2 – Сравнительный аминокислотный анализ

Выводы:

1) Получены рациональные параметры работы смесителя для смесей, при которых коэффициент неоднородности достигает наилучших значений, у смеси № 1 V_C = 3,79 % при (n = 900 об/мин, Z_B = 4, Z_O = 4), смеси № 2 V_C = 3,51 %, смеси № 3 V_C = 3,91 %, (n = 500 об/мин, Z_B = 8, Z_O = 2).

2) Проведенный химический анализ показал, что содержание аминокислот в смесях выше, чем у контрольного образца, следовательно, биологическая ценность выше, такие продукты рекомендуется для питания спортсменам.

Список литературы:

1. Бакин, М. Н. Современные методы математического описания процесса смешивания сыпучих материалов / М. Н. Бакин, А. Б. Капранова, И. И. Верлока // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5-5. – С. 923–927.

2. Разработка и получение специализированных мучных хлебопекарных смесей для приготовления хлебобулочных изделий с повышенным содержанием аминокислот / Бородулин, Д. М. [и др.] // Пищевые инновации и биотехнологии: материалы V Международной научной конференции. – Кемерово, 2017. – С. 161–162.

3. Исследование эффективности практического применения центробежных смесителей непрерывного действия в технологических линиях производства комбинированных продуктов питания / Бородулин, Д. М. [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 3–1. – С. 9–13.

4. Определение рациональных параметров процесса смешивания в технологии производства мучных хлебобулочных изделий / Бородулин, Д. М. [и др.] // Явление переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств: материалы II Международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2016. – С. 101–104.

5. Черкасов, Р. И. Выбор оборудования для смешивания сыпучих материалов / Р. И. Черкасов // Проблемы и перспективы современной науки. – 2015. – № 5. – С. 153–159.

УДК 641.5:645.4

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ АНАЛОГОВ ДЕТСКИХ УГОЛКОВ

Е. А. Киселева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В связи с высоким ритмом жизни большой популярностью пользуются кафе. В настоящее время существует очень большое их разнообразие. Наибольшей популярностью пользуются семейные кафе, в которых посетители ждут уюта, тепла и домашней атмосферы, но лишь немногие из них могут предоставить такие условия.

Дети обладают огромным количеством энергии, они всегда готовы играть, бегать и веселиться. Во время ожидания заказа они будут вести себя нетерпеливо и шумно, при этом мешая как посетителям, так и работникам заведения. Родителям же приходится отвлекаться на поведение детей вместо спокойного ожидания заказа.

Дети от трех до семи лет – основная целевая аудитория, которая оказывает большое влияние на формирование интересов своих родителей. В этом возрасте дети проявляют свою любознательность, у них возникает желание получить как можно больше информации, поэтому они разбирают, бросают, пинают, ломают и бьют игрушки. Поэтому так необходимо создать место, где дети смогут весело и интересно проводить время.

Не каждое заведение общественного питания может предоставить ребенку возможность такого времяпрепровождения, а родителям – оставаться при этом в их любимом кафе, не беспокоясь о том, что их ребенок может развлекаться, не причинив себе вреда. Но большинство современных кафе не может гарантировать безопасность детей.

Детская мебель из картона абсолютно безопасна для здоровья детей и не может причинить им никаких неприятностей. Изготовленная из экологически чистого натурального материала, мебель из картона идеально подходит для детской комнаты или игровых зон в кафе. Картонная мебель изготавливается по тому же принципу, что и обычная, только вместо дерева или прессованных опилок используется картон, который склеивается в несколько слоев. Главным преимуществом такой мебели является простота изготовления и низкая себестоимость.

Рассмотрим некоторые существующие конструкции детских уголков с целью выявления их достоинств и недостатков.

Детский уголок семейного кафе, который представлен на рис. 1, включает в себя небольшое количество игрушек, пару стульев и стол, домик, ковер с детским узором.

Проанализировав уголок, можно выделить несколько положительных и отрицательных характеристик.

Достоинства:

1. Наличие ограждений.
2. Наличие мягкого ковра.
3. Наличие игрушек.
4. Наличие домика.
5. Возможность для родителей видеть своих детей.

Недостатки:

1. Маленькое пространство.
2. Небольшое количество игрушек.
3. Маленький неустойчивый домик.
4. Отсутствие общей тематики.

Рисунок 1 – Детский уголок в семейном кафе

Рассмотрев уголок, представленный на рис. 2, можно выделить плюсы и минусы.

Достоинства:

1. Ограниченное пространство.
2. Наличие мягкой зоны на стене.
3. Возможность для родителей видеть своих детей.
4. Наличие доски для рисования.

Недостатки:

1. Небольшое пространство.
2. Небольшое количество игрушек.
3. Отсутствие общей тематики.

Рисунок 2 – Детский уголок в кафе

Следует обратить внимание на уголок (рис. 3), который располагается в ресторане.

Достоинства:

1. Наличие телевизора.
2. Наличие ограниченной зоны.
3. Наличие мягких стульев.

Недостатки:

1. Разрозненная тематика.
2. Отсутствие игрушек.
3. Наличие штор и гирлянд.
4. Наличие ступеньки, об которую дети могут запинаться.

Рисунок 3 – Детский уголок в ресторане

Проанализировав все представленные выше уголки, можно сказать о том, что они имеют несколько общих достоинств и недостатков. У большинства уголков огромным плюсом является наличие ограждения, которое дает родителям возможность контролировать своих детей. Присутствие мягкого ковра также можно считать плюсом, так как, во-первых, он привлекает внимание детей своим броским узором, а во-вторых, в случае падения сведет травматизм к минимуму. Хотя наличие игрушек – неотъемлемая часть детского уголка, в представленном примере наблюдается очень малое их разнообразие. Маленькое пространство является минусом, так как при наличии большого скопления детей многим из них не найдется места для игр. Рассмотрев все достоинства и недостатки, можно заметить, что представленные уголки не подходят для детей. Поэтому очень важно предоставить уголки, которые будут отвечать всем требованиям.

Список литературы

1. Картон, К. Мебель из картона. Техника изготовления шаг за шагом / К. Картон. – М. : АСТ-Пресс, 2013. – 112 с.

УДК 612.393.1

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ СОЗРЕВАНИЯ ВИСКАРНОГО НАПИТКА ЗА СЧЕТ ВОЗДЕЙСТВИЯ КИСЛОРОДА

К. В. Клопова, Д. М. Бородулин, Е. А. Вечтомова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В мире существует ряд крепких алкогольных напитков (водка, виски, джин, саке), при производстве которых используется зерно. Виски – один из самых популярных алкогольных напитков. Наиболее важным этапом при его производстве является выдержка спиртов в обожженных дубовых бочках, во время которой происходят созревание и старение напитка, улучшается его вкус и аромат. Данная технологическая стадия в классическом исполнении требует продолжительного периода времени (три года и более), а также использования дорогостоящих материалов, поэтому создание нового способа старения напитка, сокращающего время его созревания, является актуальной задачей, представляющей интерес для алкогольной промышленности.

Для сокращения времени выдержки крепких алкогольных напитков, таких как виски и коньяк, могут применяться перспективные методы, которые приводят к значительной интенсификации процесса экстрагирования в системе «твердое тело – жидкость». Например, в настоящее время исследованы такие искусственные приемы старения, как озонирование и ультразвуковая обработка [1, 2]; использование электромагнитного поля крайне низкого диапазона в интервале 12-23 Гц (Патент РФ № 2243997, 2005 г.); использование специальной ёмкости для выдержки напитка (Патент РФ № 2146703, 2000 г.), экстрагирование в поле СВЧ при смешивании дубовой щепы с автолизатом дрожжей (Патент РФ № 2332447, 2008 г.) и др. Целью данной работы является разработка **нового способа** созревания вискарного напитка, который бы значительно сокращал его время старения и при этом не ухудшал органолептических свойств.

Материалами исследований являлись: модельные водно-спиртовые растворы (зерновой этиловый ректификованный спирт класса «Люкс», соответствующий требованиям ГОСТ 5962-2013 и дистиллированная вода в соотношении 1:1); термообработанная дубовая щепа «Сладкая ваниль» и «Сладкий кофе» – продукт переработки древесины французского дуба, представляющий собой измельченные частицы древесины светло-коричневого и насыщенного темно-коричневого цвета соответственно, размером примерно 15×10×3 мм. Такая щепа является экономичной альтернативой дубовой бочке (рис. 1).

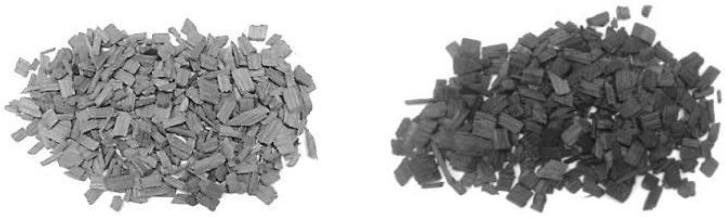


Рисунок 1 – Термообработанная дубовая щепа «Сладкая ваниль» и «Сладкий кофе»

Аппараты для проведения процесса экстрагирования имеют немаловажное значение, поэтому в начале работы были изучены существующие конструкции экстракторов для системы «твердое тело – жидкость» и проанализированы их преимущества и недостатки. На основании выявленных недостатков существующих конструкций был спроектирован новый экстрактор периодического действия для извлечения целевых компонентов из дубовой щепы. Он представляет собой цилиндрический корпус с перфорированной плоской крышкой, содержащий патрубок для подачи экстрагента и твердой фазы, патрубок для выхода готового продукта, патрубок для подачи кислорода и газораспределительное устройство.

В начале работы были приготовлены образцы водно-спиртовых растворов с объемной долей этилового спирта 50 % (соответственно классической технологии производства виски по ГОСТ 33281-2015), в каждый из которых была добавлена дубовая щепа в соотношении 1 г щепы на 500 мл раствора, что также соответствует классической технологии.

В ходе работы каждый образец загружали в экстрактор периодического действия, после чего к нему присоединяли кислородный концентратор, тем самым осуществлялась подача кислорода к образцам и их насыщение с целью интенсификации процесса.

Для проведения сравнительного анализа и определения зависимости процесса экстрагирования от твердой фазы образцы поровну разделили на две группы: первая группа представляла собой водно-спиртовой раствор со светлой щепой «Сладкая Ваниль», вторая группа – водно-спиртовой раствор с темной щепой «Сладкий кофе». Далее один из каждой группы образцов (контрольный) выдерживался классическим способом, остальные подвергались воздействию кислорода в экстракторе периодического действия с разной продолжительностью по времени, а именно: один раз в два дня в течение одного года предлагалось насыщать образцы кислородом на протяжении 5, 10, 15 минут соответственно.

Для определения качественных показателей вискарного напитка были проведены специальные исследования, позволяющие проанализировать изменения, происходящие в нем в процессе созревания. В ходе исследований были решены следующие задачи:

1) определение оптической плотности спектрофотометрическим методом;
2) определение содержания полифенолов по методу Еруманиса.

Для решения первой задачи на протяжении одного года каждые 28 дней проводился анализ оптической плотности образцов для определения характера изменения их цвета. Анализ проводили спектрофотометрическим методом на фотоэлектроколориметре КФК-2 (в кюветах при толщине слоя, равному 1 см и длине волны, равной 540 нм, относительно чистого водно-спиртового раствора). Показатели оптической плотности образцов с щепой «Сладкая ваниль», насыщенных кислородом, и контрольного образца отображены на графике, представленном на рис. 2.

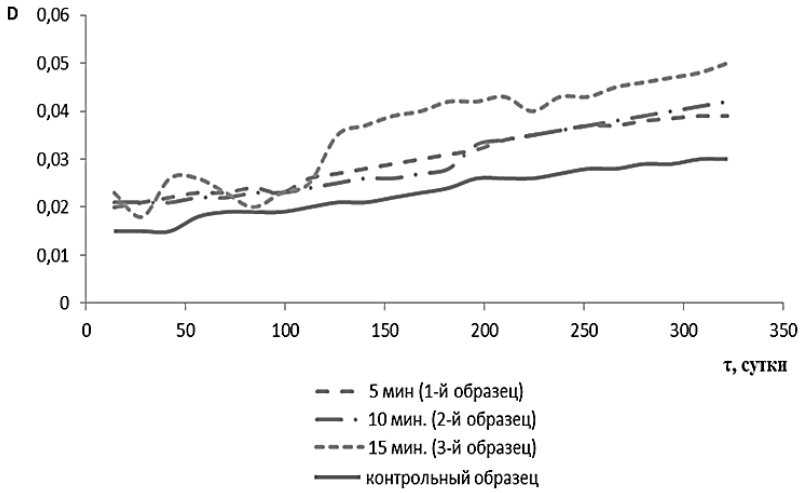


Рисунок 2 – Зависимость оптической плотности образцов с щепой «Сладкая ваниль» от времени созревания напитка

Из рис. 2 видно, что с увеличением времени насыщения смеси кислородом возрастает и показатель оптической плотности образцов по отношению к контрольному. На начальной стадии экстрагирования оптическая плотность D контрольного образца составляла 0,015 единиц, а с истечением 322 суток 0,03 единицы. Максимальное значение D достигается при пятнадцатиминутном воздействии кислородом на образец. При этом данный показатель изменился от 0,023 до 0,05 единиц. Это объясняется тем, что в экстракторе кислородные пузырьки, поднимаясь снизу вверх, приводят в псевдоожиженное состояние дубовую щепу, хаотично перемешивая её во всем объеме спирта, интенсифицируя процесс извлечения

целевых компонентов. Помимо этого, введение кислорода в спирт приводит к окислительным преобразованиям в смеси, также ускоряющим процесс экстрагирования. Сравнивая полученные численные значения оптической плотности контрольного и третьего образцов, можно отметить, что воздействие последнего привело к увеличению значения оптической плотности практически в 2 раза.

Показатели оптической плотности образцов с щепой «Сладкий кофе», насыщенных кислородом, и контрольного образца отображены на графике, представленном на рис. 3.

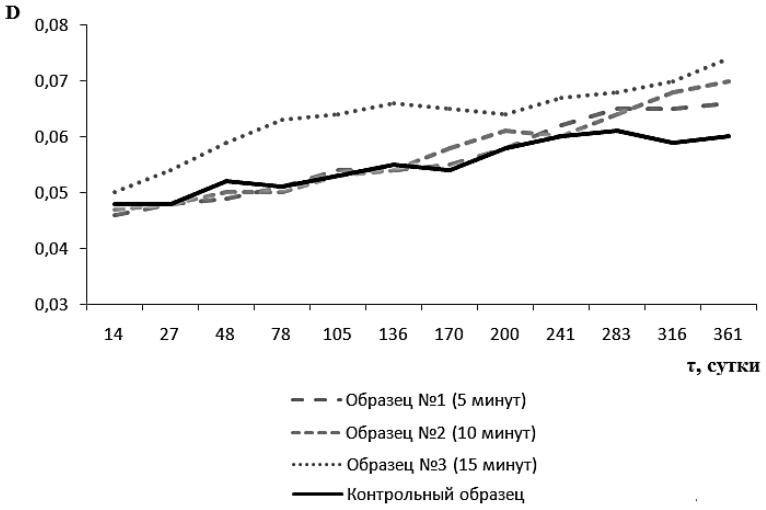


Рисунок 3 – Зависимость оптической плотности образцов на щепе «Кофе» от времени созревания напитка

Из рис. 3 видно, что с увеличением времени насыщения смеси кислородом возрастает и показатель оптической плотности. На начальной стадии экстрагирования оптическая плотность D контрольного образца составляла 0,048 единиц, а с истечением 360 суток – 0,06 единиц. Максимальное значение D достигается при пятнадцатиминутном воздействии кислорода на образец. При этом данный показатель изменился с 0,05 до 0,074 единиц.

Проводя сравнительный анализ образцов с разной щепой, можно сказать, что более темная щепа сильнее влияет на показатели цветности продукта, о чем свидетельствуют первоначальные значения оптической плотности на графиках, изображенных на рис. 2 и 3. Максимальные значения показателей оптической плотности образцов с щепой «Сладкий кофе» больше чем на 30 % превышают показатели образов с щепой «Сладкая ваниль» – 0,74 и 0,5 единицы соответственно. Следовательно, изначальный цвет щепы значительно влияет на оттенок готового продукта.

Для решения второй задачи по истечении одного года в образцах определялось содержание полифенолов по методу Еруманиса, основанному на реакции полифенолов с солями трехвалентного железа в щелочной среде [3]. Содержание полифенолов в образцах с щепой «Сладкая ваниль» после насыщения их кислородом по истечении одного года созревания представлено на рисунке 4. Можно отметить, что в образце, выдержанном классическим способом, содержание полифенолов составляет 121,8 мг/дм^3 , а в образце с насыщением кислородом в течение 15 минут, – 234 мг/дм^3. Рост показателей практически на сто единиц свидетельствует о положительном влиянии кислорода на процесс созревания напитка.

Содержание полифенолов в образцах с щепой «Сладкий кофе» после насыщения их кислородом по истечении одного года созревания представлено на рис. 5.

В образце, выдержанном классическим способом, содержание полифенолов составляет 132,6 мг/дм^3, а в третьем образце, с максимальным по времени воздействием кислородом – 220,89 мг/дм^3, что также подтверждает положительное влияние кислорода на процесс созревания напитка.

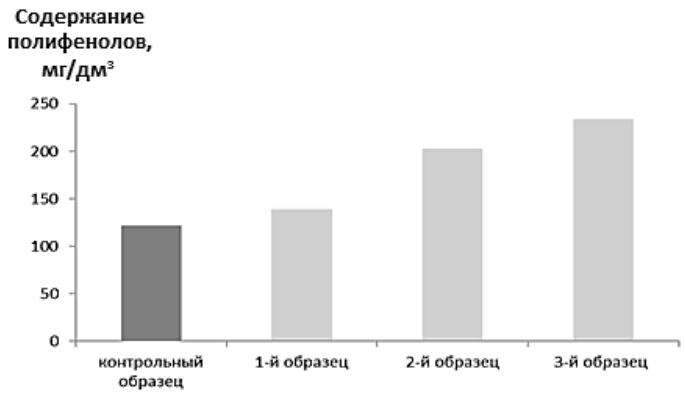


Рисунок 4 – Содержание полифенолов в образцах с щепой «Сладкая ваниль»

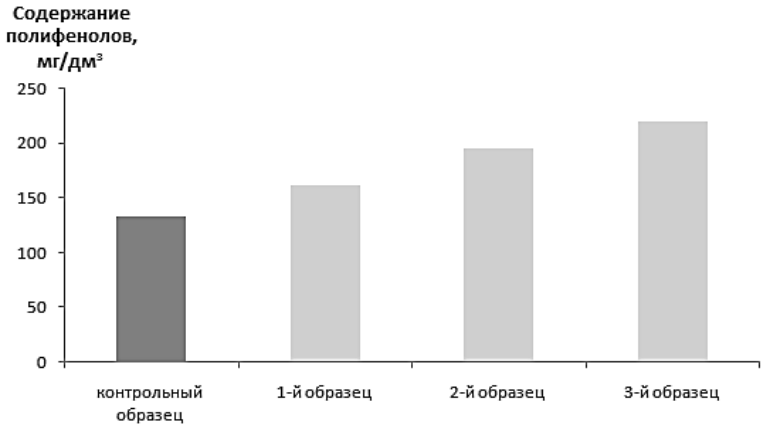


Рисунок 5 – Содержание полифенолов в образцах с щепой «Сладкий кофе»

Сравнивая содержание полифенолов в образцах с разной щепой, можно отметить, что они отличаются незначительно: максимальные значения в третьих образцах составляют 234 мг/дм^{3}и 220,89 мг/дм^3 соответственно. Следовательно, содержание полифенолов в конечном продукте практически не зависит от окраски и аромата щепы. Однако значительное влияние на их выход оказывает наличие дубильных веществ, которые в большем объеме извлекаются из щепы под воздействием кислорода.

В заключение можно отметить, что воздействие кислорода влияет на созревание вискарного напитка, значительно снижая время процесса и увеличивая выход дубильных веществ из щепы, о чем свидетельствуют полученные результаты.

Список литературы

1. Востриков, С. В. Влияние физико-химических методов обработки водно-спиртовых смесей и дубовой древесины на эффективность получения компонентов виски / С. В. Востриков, И. В. Новикова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 4. – С. 26–28.

2. Разработка ультразвукового способа экстрагирования для получения настоев из растительного сырья / И. В. Новикова [и др.] // Материалы II Международной научно-практической конференции «Явление переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств». – 2016. – С. 255–259.

3. Определение содержания полифенолов в крепких алкогольных напитках / Д. М. Бородулин [и др.] // Материалы II Международной научно-практической конференции «Явление переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств». – 2016. – С. 431–434.

UDC 621.8

ESTIMATION OF CONTROLLABILITY AND OBSERVABILITY FOR A SYSTEM

M. V. Kovalenko, V. S. Dournev, B. A. Fedosenkov
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Object controllability

This term physically means the possibility of transferring an object from any initial state $X(t_0) = X_0$ to any final state $X(t_k) = X_k$ in a finite time by applying the admissible control U (t). An object that has this property is called fully controlled. In other words, if the object is fully controlled, then there is always such an admissible control, which in a finite time will ensure transferring this object from any initial state to any given final state.

To perform such transferring the object, it is necessary, but not enough, that each of the state variables X_i (i = 1, ..., n) depends on at least one of the components of U_j (j = 1, ..., r) of the control vector U (t).

Without proof, we give the criterion of controllability for linear stationary objects.

Let the matrices A and B be constant. We introduce the so-called controllability matrix:

$$Q_c = [B\ AB\ A^2B\ ...\ A^{n-1}B] \quad (1)$$

which consists of columns of the matrix B and products of matrices A and B, and has dimension (n x n·m).

The controllability is estimated on the basis of R. Kalman's criterion, according to which a linear stationary object is completely controllable if and only if the rank of the controllability matrix (1) is equal to the dimension n of the state space of the object, that is, it is equal to the order of the system

$$\text{rank}\ [B\ AB\ A^2B\ ...\ A^{n-1}B] = n. \quad (2)$$

The entry on the right-hand side of (1) means a matrix whose first m columns coincide with the columns of the matrix B, the next m columns with columns of the product of the matrices AB, etc., and the last m columns are formed by the columns of the product of the matrices A^{n-1} and B. The rank of the matrix is found as the largest order of non-zero square matrix minors.

A necessary and sufficient condition (2) means that the controllability matrix (1) must contain n linearly independent columns.

In the particular case when the rank of the matrix B is greater than one, for example, equal, the controllability condition has the form:

$$\text{rank}\ [B\ AB\ A^2B\ ...\ A^{n-k}B] = n. \quad (3)$$

If the control U (t) is a scalar time function and the matrix B is transformed into a column matrix of dimension (n x 1), then it is necessary and sufficient for complete controllability that the quadratic controllability matrix Q_c is not degenerate, that is, its determinant is nonzero

$$det\ Qc \neq 0 \quad (4)$$

If the matrix A of the object has a canonical diagonal form:

$$\mathbf{A} = \begin{Vmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{Vmatrix}, \quad \lambda_1 \neq \lambda_2 \neq \dots \neq \lambda_n ,$$

it is advisable to use an even simpler criterion of E. Hilbert, according to which for complete controllability of such an object it is necessary and sufficient that the matrix B does not contain zero rows.

Controllability of the object over the output

This term physically means the ability to transfer the output of an object from any state $Y(t_0) = Y_0$ to any other state $Y(t_k) = Y_k$ in a finite time t_k by applying admissible control.

The criterion of complete controllability over an output in the most general case has the form

$$\text{rank } [CB \; CAB \; CA^2B \; \dots \; CA^{n-1}B] = r. \qquad (5)$$

where r is the number of output variables of the object (or the number of the matrix C rows).

To satisfy condition (5), it is necessary (but not enough) that the matrix C [r×n] be of full rank, i.e. rank C = r.

If the rank of the matrix Q_c is less than n, then the system will not be completely controllable, i.e., in it will be some "hanging" part, not affected by the control signals.

Observability of the object

In the control theory, observability is a property of the system, showing the possibility of determining the initial state of the object X_0 from the results of observations of its output Y (t) on a finite interval, $t \in [t_0, t_k]$, i.e., whether it is possible to completely restore information on the state of the system by the output.

Determination of the system observability: the system is called observable if all the initial components of the state vector X (t) can be determined in a finite time interval from the output of the system Y (t) at the end of this interval under the known control action U (t).

Accordingly, the observed states of the system are those components of the state vector, which can be reconstructed according to the conditions given above.

More formally, it can be said that observability makes it possible to judge on the processes occurring within it by the output of the system. In view of the fact that system states play an important role in feedback control, it is important that they are observable.

For linear systems, there is a criterion for observability (Kalman's criterion) in the state space. Let the matrices A and C be constant. We form the observability matrix:

$$Q_o = [C^T \; (CA)^T \; (CA^2)^T \; \dots \; (CA^{n-1})^T], \qquad (6)$$

where T is the symbol of matrix transposition operation.

According to the observability criterion, a linear stationary object is completely observable if and only if the rank of the observability matrix (6) is equal to the dimension n of the state space of the object, that is

$$\text{rank } Q_o = n \qquad (7)$$

If the matrix A has a canonical diagonal form, then, according to the Hilbert criterion, it is necessary and sufficient for the complete observability of the object that the matrix C does not contain zero columns.

There is a significant difference between the Kalman observability and the usual practical observability (measurability) of the object. From a practical point of view, only those state variables that can be measured directly with the help of existing measuring devices are observable. Kalman observable variables are not only directly measured variables, but also those variables that can be calculated as some functions of directly measured variables.

Hence, it is obvious that total Kalman observability is only necessary, but insufficient condition of practical observability.

On the other hand, complete practical observability, which means the possibility of direct measurement of all state variables of an object, is sufficient, but not necessary condition for complete Kalman observability. Indeed, if all the state variables are accessible to direct measurement, then the observability matrix has a diagonal form:

$$C^T = \text{diag}\ (c_{11}, c_{12}, ..., c_{nn}),$$

where c_{ii} are the gain factors of the measuring devices.

In this case rank $C^T = n$, therefore the condition (7) is always satisfied regardless of the form of the matrix A.

If the rank of the observability matrix is less than the dimension of the state space of the object, then the system will not be completely observable. In other words, some part of the system containing state scalars in its composition will be out of reach of the output vector, i.e., the system will have a "hanging" part at the output.

УДК 621.315:614.61

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КАРТОНА НА ООО «КУЗБАССКИЙ СКАРАБЕЙ»

А. О. Кондрат, Х. А. Тошев, С. Г. Пачкин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

ООО «Кузбасский скарабей» – это динамично развивающееся предприятие, основанное на базе завода ЗАО «Кузбасскровля». Завод специализируется на производстве бумаги для гофрирования картона из макулатурного сырья. Эффективность предприятия связана со степенью его автоматизации.

В современном мире выпуск качественной продукции наиболее эффективен на базе распределенных производственно-торговых систем, базирующихся на сетевом взаимодействии. Информационные компьютерные технологии составляют неотъемлемую часть информационной поддержки жизненного цикла продукции.

Жизненный цикл продукта – это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта. Картон, хоть и является сырьем для других продуктов, имеет сложный жизненный цикл, состоящий из множества стадий, каждая из которых не менее важна, чем предыдущая и последующая. Основные этапы жизненного цикла картона представлены на рис. 1.

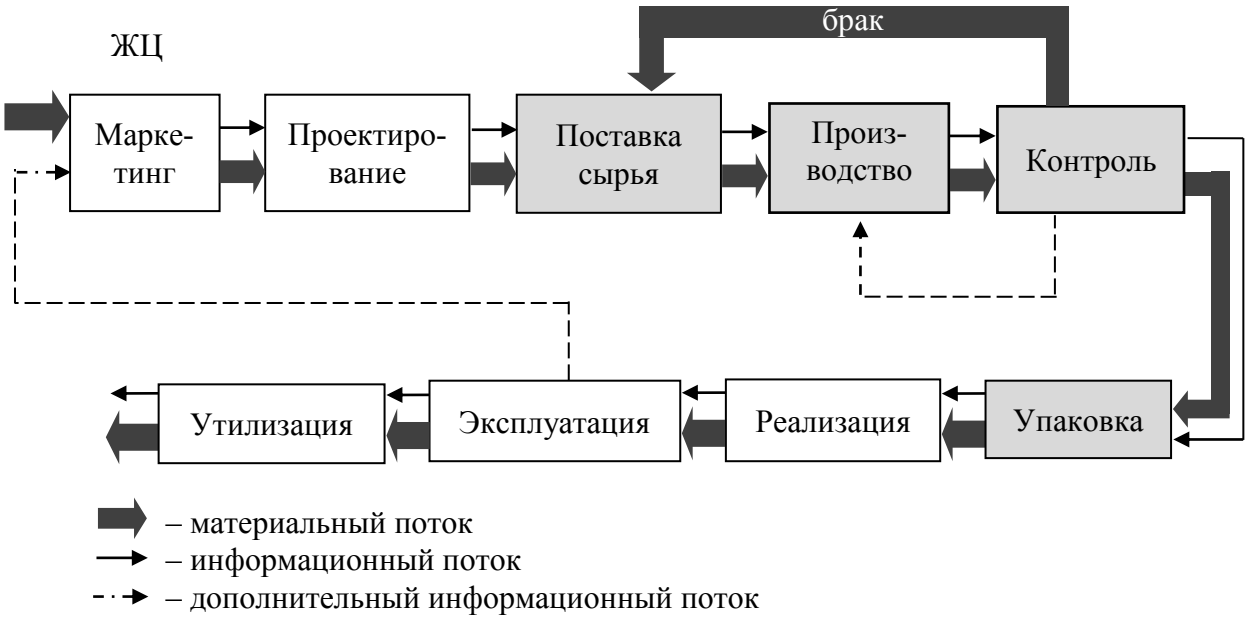


Рисунок 1 – Этапы жизненного цикла картона

Проведя анализ процессов на каждой стадии ЖЦ картона, показанного на рис. 1, уточним содержание каждой стадии:

1) Маркетинг. Анализируется состояние рынка, прогнозируются спрос на планируемую продукцию. Ведется поиск рынков сбыта продукции. Дизайн: картон может нести на себе такие фирменные опознавательные знаки, как логотип, название компании, реквизиты, фирменные цвета и др. Анализируется информация о картоне в процессе его эксплуатации.

2) Проектирование. Формирование новых видов картона, возможность использования различного сырья, расчеты влияния сырья на качество готового картона, моделирование процессов производства, оптимизация и т. п.

3) Поставка сырья. На этом этапе выбирается поставщик, который соответствует требованиям (своевременная поставка качественного сырья). Организация пунктов сбора макулатурного сырья.
4) Производство. Технологический процесс производства картона.
5) Контроль. Готовая продукция проходит ряд испытаний (сопротивление плоскостному сжатию, торцевому сжатию, продавливание, разрушающаяся длина). Не соблюдение технологии производства приводит к нарушению показателей качества. Бракованная продукция отправляется на стадию поставки сырья для повторного использования. Данные из лаборатории испытаний оперативно передаются на стадию производства.
6) Упаковка. Упаковка готовой продукции, прошедшей все испытания на стадии контроля. В зависимости от дальнейшего использования картона, упаковка может производиться разного формата.
7) Реализация. Распределение продукции оптовым покупателям с целью производства изделий из картона.
8) Утилизация. Вторичная переработка картона, сортировка, роспуск, флотация.

Одним из главных направлений повышения эффективности предприятия является применение информационных технологий для обеспечения процессов, идущих в ходе всего жизненного цикла продукта. Информационное взаимодействие субъектов, участвующих в поддержке жизненного цикла, должно осуществляться в едином информационном пространстве. Создается единая база данных, в которую собирается информация со всех стадий жизненного цикла.

На стадии производства картона в единую базу данных собирается следующая информация:
1) Влажность бумажного полотна. Измерения производятся инфракрасным датчиком влажности A327can.
2) Концентрация волокна в массе. Измерения производятся инфракрасным датчиком концентрации A342 в комплекте с вторичным прибором.
3) Скорость БДМ. Измерения производятся датчиком скорости привода I58.
4) Температура сушки. Бесконтактный, инфракрасный датчик температуры TW7000.
5) pH массы.
6) Толщина полотна. Системы на основе оптического датчика, как одностороннего, так и работающего на просвет, устанавливаемого на кромке полотна или сканирующего по периметру, служащего для замера, визуализации и анализа толщины полотна. Используется для оперативного анализа данных и контроля качества продукции.
7) Вес готовой бобины картона. Весы платформенные МЕРА-ВТП-0,6.

Со стадии контроля готовой продукции для каждой партии в единую базу данных собираются следующие показатели:
1) Сопротивление плоскостному сжатию.
2) Торцевому сжатию.
3) Продавливание.
4) Разрушающаяся длина.

Полученный картон для плоских слоев гофрированного картона анализируют для определения качественных показателей. Результаты приведены в табл. 1.

Все эти показатели получают в результате испытаний в лабораториях на соответствующем оборудовании.

По собранной информации можно проследить за соблюдением технологии производства, определить марку продукта (Б-0, Б-2, Б-3), дату производства и место производства. Расширение области деятельности предприятия (рынки сбыта) происходит за счет кооперации с другими предприятиями, обеспечиваемой стандартизацией представления информации на разных стадиях и этапах жизненного цикла.

Таблица 1 – Пример результата анализа качества слоев картона

№ примера	Технические параметры					Показатели качества	
	Волокнистый состав, %		Степень помола, °ШР		Нанос, г/м^2	Абсолютное сопротивление продавливанию, кПа	Разрушающее усилие при сжатии кольца в поперечном направлении, Н
	Макулатура	ХТММ	Макулатура	ХТММ			
1	2	3	4	5	6	7	8
1 верхний слой средний слой нижний слой	 100 60 65	 - 40 35	 50 55 55	 - 40 50	На верхний слой 2,0	535	198
2 верхний слой средний слой нижний слой	 100 40 75	 - 60 25	 55 50 55	 - 50 40	На верхний и нижний слой нанос 2,0 на каждый слой	560	210
3	по ГОСТ 7420-89, марка К-1 (масса 150 г/м^2)					520	180

На рынке возникает потребность в обмене данными между заказчиком, производителем и потребителем, а также в повышении управляемости, сокращении бумажного документопотока и затрат. Так появилась концепция CALS – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделия. Совокупность принципов и технологий информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех стадиях ее существования.

Главная цель предприятия при внедрении CALS – это минимизация затрат в ходе всего жизненного цикла изделия, повышение его качества и конкурентоспособность.

CALS-технология базируется на наборе интегрированных информационных моделей изделия и его производственной и эксплуатационной среды. Для развития информационных технологий на предприятии необходимо создать единое информационное пространство (ЕИП), охватывающее все этапы жизненного цикла выпускаемой продукции. Главный принцип ИПИ – информация, возникающая на каком-либо этапе жизненного цикла, сохраняется в ИИС и становится доступной всем участникам этого и других этапов. Информация собирается в единую базу данных при помощи различного вида датчиков.

Таким образом, овладение механизмами реализации этих принципов позволяет предприятию выстоять в жесткой конкуренции, расширить область действий предприятия (рынки сбыта), обеспечить заданное качество продукции, повысить эффективность бизнес-процессов. Рост эффективности производства и дальнейший подъем экономики страны возможны только за счет использования современных информационных технологий.

Список литературы

1. Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – М. : Школа бумаги, 2006. – 696 с.

2. Андреев, Е. Б., Куцевич Н.А., Синенко О.В. SCADA-системы: взгляд изнутри / Е. Б. Андреев, Н. А. Куцевич, О. В. Синенко. – М. : РТСофт, 2004. – 176 с.

3. Лазарева, Т. Я. Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав / Т. Я. Лазарева, Ю. Ф. Мартемьянов, А. Г. Чхиртладзе. – М. : «Издательство Машиностроение-1», 2006. – 172 с.

УДК 637.5

ЗАМОРАЖИВАНИЕ МЯСА ИНДЕЙКИ В АППАРАТЕ С РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

П. С. Коротких, Е. В. Новиков
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Диоксид углерода как рабочее вещество для холодильной обработки продуктов в пищевой промышленности до настоящего времени не получил широкого применения, прежде всего из-за сравнительно высокой, относительно других хладагентов и отсутствующих эффективных технологий рекуперации CO2. Однако благодаря ряду достоинств CO2 получает все большее распространение в качестве рабочего тела в контактных аппаратах. Наибольшую перспективу имеют развития имеют установки, схожие по конструкции и принципу работы с скороморозильными аппаратами. В таких установках при инжекции жидкой углекислоты происходит образование мельчайших частиц сухого льда, которым в сочетании с газом продукт будет подвергаться холодильной обработке [1].

Диоксид углерода при его использовании в качестве хладагента имеет ряд достоинств перед традиционными охлаждающими средами, которые применяют в аппаратах для замораживания мяса индейки: низкая температура сублимации CO2 позволяет значительно интенсифицировать процесс замораживания, снизить возможность перекрестного обсеменения и заражения вредными бактериями и микроорганизмами, а также увеличить сроки хранения без ухудшения качества и товарного вида мяса индейки [2].

Схема работающего по этому принципу аппарата представлена на рис. 1.

Предлагаемый аппарат для замораживания продуктов с рециркуляцией диоксида углерода отличается увеличенной производительностью, позволяет значительно снизить расхода хладагента в сочетании с повышенной эффективностью рекуперации CO2.

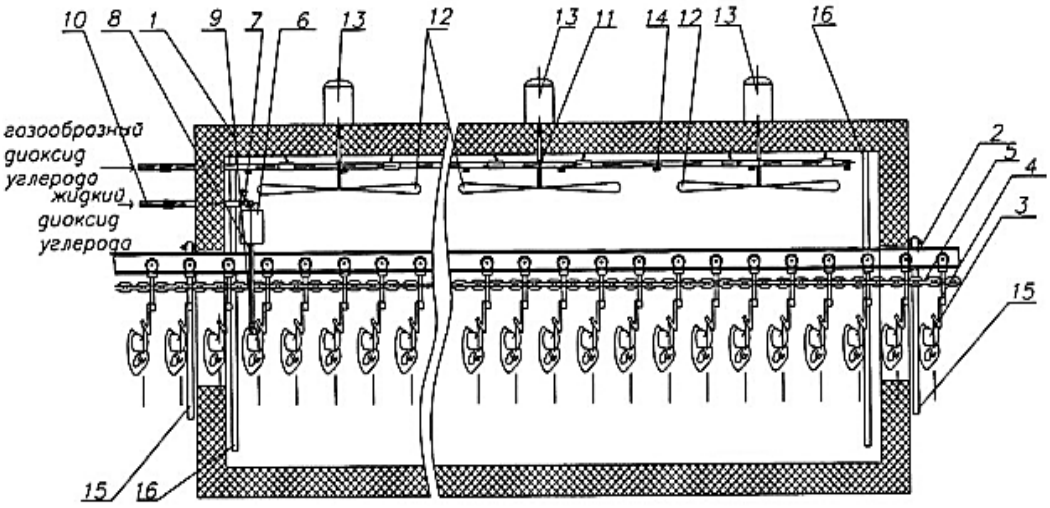


Рисунок 1 – Аппарат для замораживания тушек индейки диоксидом углерода

Аппарат работает следующим образом.

Предварительно потрошеная тушка индейки (3) размещается в подвеске (4) и через цепной привод (5) подается по направляющим (2), через шторы (16, 15) в теплоизолированную камеру (1). Далее одновременно с открытием соленоидного вентиля (7), установленном на жидкостном трубопроводе (10), начинается подача жидкого диоксида углерода в продукт через устройство для введения генератора-дозатора (6). С реле времени поступает сигнал на запуск конвейера (2), далее тушки индейки, перемещаемые конвейером (2) в камере (1), обрабатываются через ряд форсунок (14) газообразным

диоксидом углерода. К форсункам диоксид углерода в газовой фазе поступает по трубопроводу (11). Разбрызгивание газа с частичками твердого CO_2 из форсунок (14) обеспечит непосредственный контакт с наружной поверхностью тушки и тем самым позволит интенсифицировать процесс замораживания. Для удаления жидкой углекислоты из системы в камеру (1) и продувки форсунок (14) газом в коллекторах (11) и форсунках (14) поддерживается высокое давление. Для создания более равномерного температурного поля и интенсификации процесса замораживания тушек индейки в конструкции аппарата предусмотрены вентиляторы (12), работу которых обеспечивают электродвигатели (13). После завершения процесса замораживания тушки, по конвейеру (2) через гибкие шторки (15, 16) выводятся из камеры (1).

С целью исследования режимов работы аппарата были проведены эксперименты по замораживанию мяса индейки в нем. В результате чего были получены зависимости изменения температурного поля индейки, как по времени, так и по толщине тушки, изменения плотности тепловых потоков, определены время замораживания и количество расходуемого CO_2.

В качестве объекта исследования служили тушки индейки массой (2,5 ± 0,05) кг.

Измерения проводились при помощи датчика измерения плотности теплового потока и трех термопар, расположенных с одной стороны тушки индейки. Термопары были установлены в трех различных слоях: во внутреннем (10 мм), центральном (30 мм) и наружном (5 мм). Схема установки термопар представлена на рис. 2. Для осуществления контроля температуры одна термопара была установлена в аппарате.

Термограмма процесса замораживания тушки индейки массой (2,5 ± 0,05) кг газообразным CO_2, при температуре в аппарате −(50 ± 2) °С представлена на рис. 2.

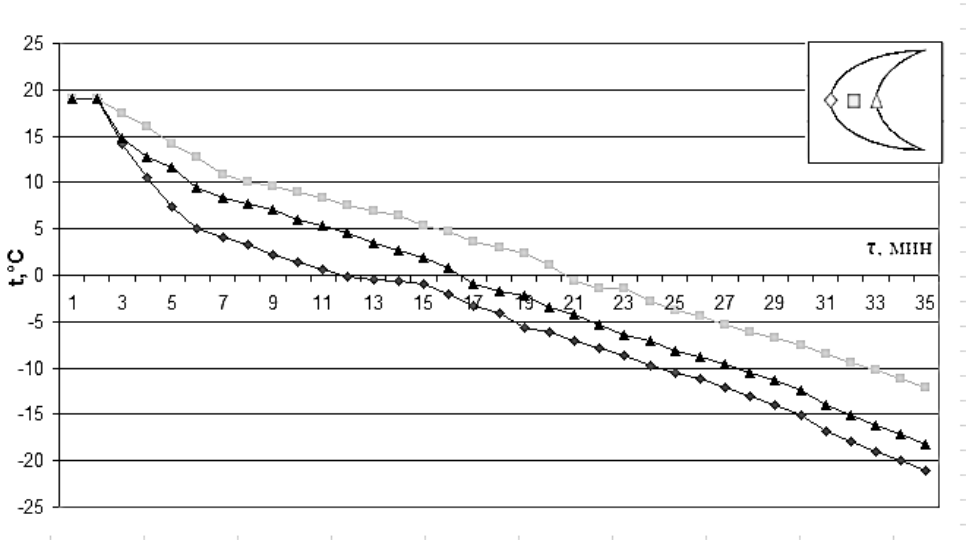


Рисунок 2 – Термограмма процесса замораживания мяса индейки при температуре в аппарате –(50 ± 2) °С

Процесс полного замораживания продлился 35 минут, количество расходуемого диоксида углерода составило 5,3 кг. На момент завершения процесса замораживания самая низкая температура была зафиксирована в наружном слое, это −21 °С, температура внутренней поверхности достигла −18 °С, а температура в центральной части тушки индейки составила −12 °С. Из этого следует, что (при данном температурном режиме в камере) нормируемая температура была достигнута во всех исследуемых слоях тушки индейки [3].

Анализ полученной диаграммы (рис. 2) показывает, что процесс замораживания поверхности наружного слоя, тушки индейки, протекает довольно интенсивно, так как этот слой находится в непосредственном контакте с газообразным диоксидом углерода. Однако, при достижении криоскопической температуры поверхность внутреннего слоя

замораживается уже не так интенсивно, это связано с переходом содержащейся в продукте жидкости в твердую фазу. При этом в сравнении с традиционными методами кристаллы льда формируются значительно меньших размеров и практически одновременно в клетке и межклеточных перегородках. Вследствие этого практически неизменной остается структура мяса индейки после замораживания.

Замораживание внутреннего слоя тушки происходит в основном за счет теплоотвода к наружной поверхности через центральные слои мяса и в меньшей мере – за счет теплоотвода через наружный слой, который контактирует с воздушно-газовой средой, создающейся при подаче газообразного диоксида углерода. Это приводит к снижению интенсивности процесса замораживания тушки.

Замораживание центрального слоя обеспечивается преимущественно теплоотводом к внутренней полости тушки индейки, которая контактирует с CO_2 (в соответствии со вторым началом термодинамики). После перехода основной части несвязанной воды (свободной) в кристаллическое состояние понижение температуры снова ускоряется.

По окончании замораживания продукта температура в различных точках температурного поля неодинакова, температурное поле неравномерно. Температура в центральном слое выше, чем в поверхностном и внутреннем слоях.

На рис. 3 изображен график изменения плотности теплового потока (датчик плотности теплового потока установлен на наружной поверхности) при замораживании тушки индейки массой (2,5 ± 0,05) кг газообразным CO_2, при температуре в аппарате –(50 ± 2) °С.

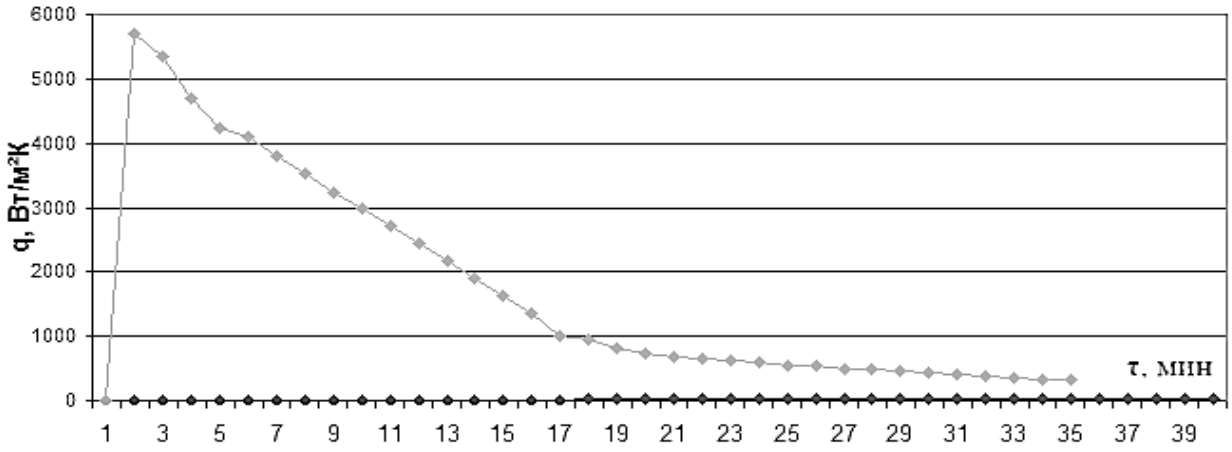


Рисунок 3 – График изменения плотности теплового потока при замораживании тушки индейки CO_2 при tк = −(50 ± 2) °С

Из анализа экспериментальных данных следует, что среднеинтегральное значение плотности теплового потока для поверхностного слоя составляет qcp = 1782 Вт/м², максимальное значение плотности теплового потока qmax = 5700 Вт/м² [4].

Максимальное значение плотности теплового потока зафиксировано на первых минутах эксперимента, так как именно в этой точке достигается максимальная разность температур между газообразным CO_2 и наружной поверхностью тушки. Процесса теплоотвода в этот момент времени также наиболее интенсивен. Далее происходит резкое снижение плотности теплового потока, по причине снижения температуры тушки. Плотность теплового потока от внутренней части тушки снижается интенсивно, индейка замораживается воздушно-газовой смесью. В процессе замораживания плотность теплового потока стремится к нулю, так как плотность теплового потока прямо пропорциональна градиенту температур между поверхностями теплообмена.

В соответствии с эмпирической закономерностью Ньютона – Рихмана были получены значения коэффициента теплоотдачи. Максимальное значение было достигнуто на 3 минуте эксперимента и составило 78 Вт/(м²·К) [5].

Предлагаемый способ замораживания тушек индейки диоксидом углерода обеспечивает, по сравнению с существующими способами, уменьшение расхода диоксида углерода, в расчете на 1 кг замораживаемого продукта, в среднем на 15–25 %. Снижение времени замораживания мяса индейки на 40–45 %. Конструкция аппарата позволяет встраиваться в действующие традиционные технологические линии по обработке птицы, что позволяет значительно снизить стоимость, как технологии, так и замороженного продукта.

Список литературы

1. Неверов, Е. Н. Применение диоксида углерода для холодильной обработки тушек птицы / Е. Н. Неверов // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 4. – С. 111–115.

2. Неверов, Е. Н. Аппарат для холодильной обработки пищевых продуктов с рециркуляцией диоксида углерода / Е. Н. Неверов // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 1. – С. 60–65.

3. ГОСТ 31472-2012. Мясо индеек (тушки и их части). Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2013. – 36 с.

4. Классификация пищевых продуктов для унификации расчетов холодильного оборудования / А. А. Антонов [и др.] // Мясная индустрия. – 2002. – № 5. – С. 45–46.

5. Большаков, О. В. Российская отраслевая наука: современные холодильные технологии и решение проблемы здорового питания / О. В. Большаков // Холодильная техника. – 2002. – № 6. – С. 37–42.

УДК 621.798:663.4

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ПЭТ-БУТЫЛКИ И ДИЗАЙНА ЭТИКЕТКИ ДЛЯ ПИВА

В. В. Костина*, А. В. Шалев**
*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия
**ООО «пи-ВО», г. Кемерово, Россия

Пиво является освежающим, слабоалкогольным напитком с выраженными хмелевыми ароматами и горчинкой. Оно обогащено питательными и биологически активными веществами: белками, углеводами, микроэлементами и витаминами [1].

На сегодняшний день основную долю рынка пива в России занимают производители-гиганты. С развитием крупных пивоваренных предприятий развиваются небольшие пивоваренные производства, преимущественно мини-пивзаводы, а соответственно возрастает и конкуренция между ними. Однако заводы малой мощности не способны на равных условиях конкурировать с крупными производителями и специализируются в основном на выпуске особых сортов пива, привлекающих потребителей своими уникальными свойствами. Новой технологией для России является применение сухого охмеления. Пиво, приготовленное по такой технологии, отличается насыщенным ароматом хмеля, которого невозможно достигнуть в традиционной технологии пивоварения.

Любой производитель, специализирующийся на выпуске особых сортов пива, стремится к успешной продаже своего продукта. Для благополучной конкуренции с крупными производителями рынка пивной продукции малым и средним предприятиям необходимо быть гибкими, мобильными, уметь быстро реагировать на изменяющуюся конъюнктуру. Для достижения этой цели необходимо разработать такую упаковку, которая была бы узнаваема и запоминаема среди аналогичных упаковок-конкурентов.

На сегодняшний день упаковка – один из элементов рекламы. Поместив товар в эффектную упаковку, можно в значительной мере привлечь потребителей и обеспечить прирост продаж выпускаемой продукции [2].

Не менее важным элементом рекламы является разработка интересного и узнаваемого дизайна упаковки. Для предприятия ООО «пи-ВО» был разработан дизайн круговой этикетки для ПЭТ-бутылки, представленный на рис. 2 и 3. Этикетка представлена для лагерного и фирменного сорта пива.

Для того чтобы обратить внимание потребителя на данный продукт, была разработана конструкция ПЭТ-бутылки объемом 1 л, представленная на рис. 1. Размеры, изображенные на бутылке, указаны в мм. ПЭТ-бутылка имеет цилиндрическую форму в центре и овальную форму – в верхней и нижней части бутылки.

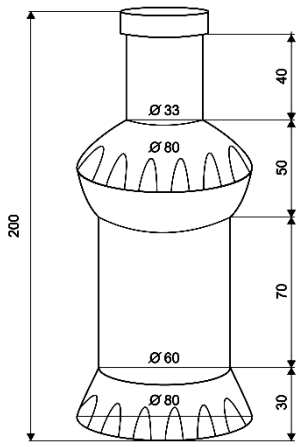


Рисунок 1 – Конструкция ПЭТ-бутылки

Данная конструкция имеет рельефные углубления на овальных частях бутылки, благодаря которым обеспечивается неповторимый дизайн ПЭТ-бутылки и увеличивается ее узнаваемость среди аналогов. Такая форма конструкции позволяет удобно держать бутылку, облегчая ее перенос.

При конструировании бутылки важным пунктом был выбор материала. Для ее изготовления использовался полиэтилентерефталат, окрашенный в коричневый цвет, благодаря чему при попадании лучей света на упаковку продукт менее подвержен изменению своих потребительских свойств. Кроме того, при длительном хранении пива на свету в нем коагулируют белки (в виде хлопьев), что недопустимо для данного продукта. За счет правильно подобранной конструкции сохраняется качество и вкус продукта, что очень важно для производителей, занимающихся пивоварением [3].

Выбранный материал безопасен при контакте с пищевыми продуктами, имеет малый вес, а также может быть подвергнут вторичной переработке, что благоприятно влияет на экологию окружающей среды.

Рисунок 2 – Дизайн круговой этикетки

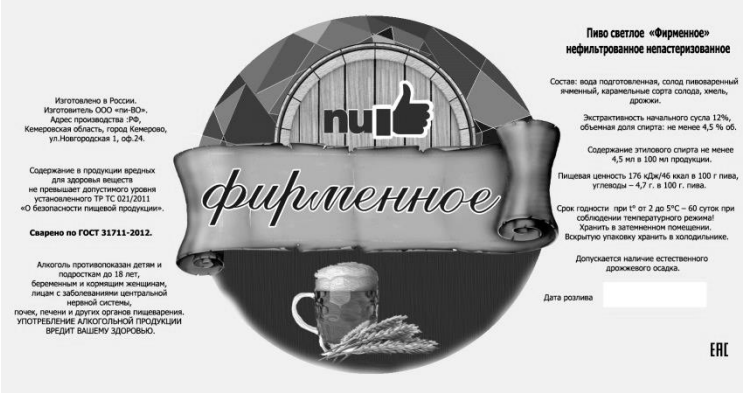


Рисунок 3 – Дизайн круговой этикетки

Разработанная ПЭТ-бутылка выгодно выделит продукт на рынке среди аналогов за счет оригинальной конструкции.

Список литературы

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб. : Профессия, 2003. – 912 с.

2. Хэнлон, Дж. Ф. Упаковка и тара: проектирование, технологии, применение / Дж. Ф. Хэнлон, Р. Дж. Келси, Х. Е. Форсинио ; пер. с англ. под общ. научн. ред. В. Л Жавнера. – СПб. : Профессия, 2003. – 632 с.

3. Основные процессы пивоварения. Стойкость и стабильность качества пива при хранении в различной упаковке / Г. А. Ермолаева [и др.] // Пиво и напитки. – 2007. – № 2. – С. 20–22.

УДК 681.511.22

ИЗУЧЕНИЕ ПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ЭМУЛЯТОРА ПЕЧИ ЭП10

В. П. Кравченко, Е. Н. Дышлюк
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Изучение позиционной системы автоматического регулирования проводилось с помощью учебно-лабораторного стенда, который использует в качестве объекта управления эмулятор печи ЭП10, а также содержит одноканальный программный ПИД-регулятор ТРМ251 фирмы «ОВЕН», который управляет температурой в печи.

Экспериментальные исследования объекта управления [1] позволили получить его математическую модель в виде передаточной функции (1).

$$W(S) = \frac{k}{T \cdot S + 1} \cdot e^{-\tau \cdot S} = \frac{1{,}15}{3{,}21 \cdot S + 1} \cdot e^{-0{,}63S}, \quad (1)$$

где k – коэффициент передачи звена, °С/%; T – постоянная времени, мин; τ – время запаздывания, мин; S – переменная Лапласа.

Решение о выборе закона регулирования принимается на основании значения величины отношения времени запаздывания τ к постоянной времени объекта T (2).

$$\frac{\tau}{T} = \frac{0{,}63}{3{,}21} = 0{,}2 \quad (2)$$

Полученное значение отношения является граничным, то есть при значениях >0,2 выбирают непрерывный регулятор, при значениях <0,2 предпочтение отдают позиционному регулятору. В нашем случае система автоматического регулирования может быть построена как на основе непрерывного, так и на основе позиционного регулятора. Авторами [1] исследовано функционирование непрерывных регуляторов, поэтому в данной работе ведется исследование позиционного регулятора.

Позиционные регуляторы реализуют принцип «включено – выключено» и бывают двух- и трехпозиционными.

Двухпозиционные регуляторы могут устанавливать выходную величину только на минимальном и максимальном значениях. Переход от одного из этих значений к другому совершается скачком при прохождении регулируемой величины через фиксированное или пороговое значение. Реальные регуляторы с возрастанием входной величины срабатывают при большем пороговом значении, а при убывании входной величины – при меньшем пороговом значении. Рассогласование между этими пороговыми значениями определяют зону неоднозначности или зону возврата.

Трехпозиционные регуляторы могут устанавливать выходную величину помимо минимального и максимального значений также и в промежуточном значении. Регулятор срабатывает при двух пороговых значениях. При нахождении регулируемой величины между этими значениями, то есть в пределах зоны нечувствительности, выходная величина принимает промежуточное значение. При выходе из зоны нечувствительности за пороговые значения ε выходная величина регулятора скачкообразно перемещается, соответственно, в максимальное или минимальное положение. Регуляторы также могут иметь зону неоднозначности.

Позиционные регуляторы несложны по конструкции, надежны в работе, просты в обслуживании и настройке. Их применяют на инерционных объектах с малым запаздыванием. Основной недостаток позиционных систем регулирования заключается в том, что изменение регулируемой переменной носит колебательный характер, что снижает срок эксплуатации

системы, так как дискретные контактные элементы рассчитаны на ограниченное число включений и выключений.

Двухпозиционный регулятор температуры может быть реализован на базе ПИД-регулятора ТРМ251 [2]. Работая в режиме позиционного регулирования, регулятор вырабатывает выходную мощность, которая может принимать только два значения: максимальное – «1», минимальное – «0». Максимальное значение соответствует состоянию, когда нагреватель «включен», то есть регулятор выдает 100 % мощности. Минимальное значение соответствует состоянию, когда нагреватель «выключен», то есть регулятор выдает 0 % мощности.

Регулятор включает нагреватель, когда значение регулируемого параметра – температуры – становится меньше уставки (или заданного значения), и выключается, когда температура превысит уставку. Так работает регулятор без зоны неоднозначности (или гистерезиса). Величина зоны неоднозначности задается параметром HYS.C. При этом состояние регулятора будет переключаться в тот момент, когда отклонение регулируемого параметра от уставки достигнет половины зоны гистерезиса (рис. 1).

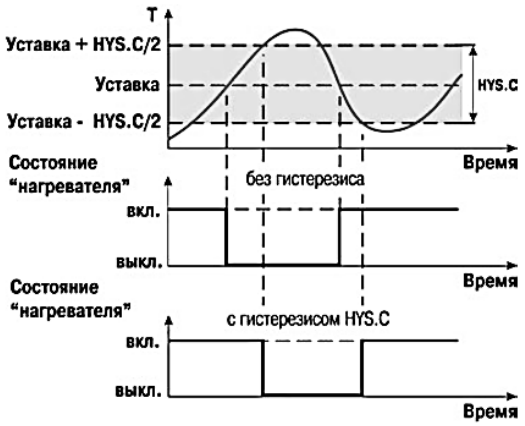


Рисунок 1 – Принцип работы двухпозиционного регулятора ТРМ251

В последнее время из-за внедрения цифровых регуляторов в промышленные схемы управления возрастает интерес к позиционным системам регулирования [3]. Это можно объяснить следующими причинами.

Во-первых, на существующих объектах автоматизации установлены дискретные исполнительные устройства, которые можно применить для реализации внедряемой системы позиционного регулирования, так как ей достаточно использовать только дискретные выходы.

Во-вторых, использование дискретных выходов увеличивает количество контуров регулирования, которые можно реализовать на одном цифровом регуляторе, что существенно снижает стоимость проекта автоматизации.

В-третьих, техническая реализация позиционной системы за счет использования только дискретных выходов и простых алгоритмов управления, встроенных в цифровой регулятор, значительно проще, чем реализация непрерывных систем автоматического регулирования.

Список литературы

1. Дышлюк, Е. Н. Методы структурной и параметрической идентификации объектов управления на примере эмулятора печи ЭП10 / Е. Н. Дышлюк, Р. В. Котляров, С. Г. Пачкин // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 47, № 4. – С. 159–165.

2. ОВЕН. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.owen.ru.

3. Чупин, А. В. Автоматизация технологических процессов и производств / А. В. Чупин. – Кемерово : КемТИПП, 2013. – 151 с.

УДК 612.081.2:661.15'12

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ В КОЛОННЕ СИНТЕЗА АММИАКА

А. А. Кургачев, Т. Г. Шевцова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Аммиак является основным сырьем для получения различных азотосодержащих соединений. Большая часть производимого аммиака используется для получения азотной кислоты и минеральных удобрений. Широкое применение аммиак находит в холодильной технике, медицине, сельском хозяйстве и других областях народного хозяйства.

Степень превращения азота и водорода в аммиак зависит от условий проведения процесса (температуры, давления, продолжительности контакта, качества катализатора и конструкции контактного аппарата) и обычно колеблется в пределах 20–30 %. Поэтому важным направлением совершенствования производства аммиака является разработка процессов на основе более активных каталитических систем. Для решения этой задачи на КАО «Азот» г. Кемерово конструкция колонны синтеза аммиака была модернизирована по проекту фирмы Halder Topsoe.

В результате модернизации колонны четырехполочная катализаторная коробка с аксиальным ходом газа [1] была заменена на двухполочную с радиальным ходом газа (рис. 1). Радиальный ход газа снизил гидравлическое сопротивление слоя, что позволило заменить грубозернистый катализатор, снижающий производительность колонны, на более эффективный мелкозернистый катализатор, который, в отличие от старого, содержит промоторы – добавки, повышающие его активность и избирательную способность. За счет применения нового катализатора улучшилась кинетика реакции синтеза аммиака, что позволило снизить температуру реакции. Это является критическим преимуществом, поскольку при более низких температурах химическое равновесие реакции смещается в сторону увеличения конверсии. Реконструкция колонны синтеза проводилась совместно с модернизацией АСУТП, в результате которой морально устаревшие средства автоматизации заменили на современные, с использованием промышленных микропроцессорных контроллеров. Однако прежние методы и способы управления колонной оказались непригодны для управления модернизированной колонной.

Модернизированная колонна синтеза аммиака (рис. 1) состоит из корпуса (1) с внешней изоляцией и насадки фирмы «Хальдор Топсе». Насадка состоит из приточно-отточного теплообменника и каталитического отделения, состоящего в свою очередь, из двух катализаторных полок с радиальным распределением газового потока и межполочного теплообменника, расположенного в центре верхней катализаторной полки. Основной поток (15) газовой смеси через заслонку (14) поступает в нижнюю часть колонны синтеза, затем проходит вверх по внешнему кольцевому зазору (8) между корзиной и корпусом колонны, нагреваясь и при этом охлаждая корпус. Вверху колонны газ проходит по межтрубному пространству приточно-отточного теплообменника (2), нагреваясь до рабочей температуры 380 °С за счет теплообмена с газом, покидающим нижнюю катализаторную полку (5) и идущему по центральной трубе в трубное пространство приточно-отточного теплообменника (2) и далее на выход из колонны синтеза (16). В свободном пространстве над первой катализаторной полкой газ, выходящий из межтрубного пространства приточно-отточного теплообменника (6), смешивается с холодным газом, поступающим через перфорированное кольцо в верхней части колонны. Расход холодного газа через заслонку (9) регулирует температуру на входе в первую катализаторную полку. После прохождения через первую катализаторную полку (4) температура газа повышается до максимального значения. Обычно наивысшая температура в колонне синтеза достигается на выходе из первой катализаторной полки и называется «горячей точкой». Нормальная температура газа на выходе из первой полки составляет 519 °С.

Остальная часть синтез-газа, называемая квенч-газом, тремя потоками через заслонки (10, 11, 12) поступает в нижнюю часть трубного пространства межполочного

теплообменника (6) по передаточным трубам. Квенч-газ, проходя вверх по трубкам межполочного теплообменника (6), охлаждает газ, выходящий с первой катализаторной полки (4) до температуры на входе во вторую катализаторную полку (5).

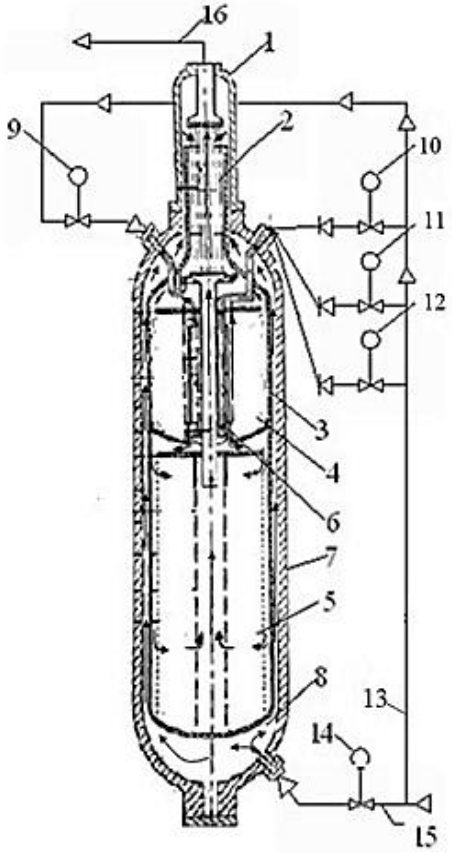


Рисунок 1 – Двухполочная колонна синтеза аммиака: 1 – корпус колонны; 2 –верхний приточно-отточный теплообменник; 3 – корпус катализаторной коробки; 4, 5 –катализаторные слои; 6 – межполочный теплообменник; 8 – пространство между корпусом колонны и катализаторной коробкой; 9, 10, 11, 12 – клапаны подачи холодного газа; 13 – основной байпасный поток; 14 – клапан подачи смеси по основному ходу реактора; 15 – основной поток газа; 16 – выход реактора

После прохождения по трубкам межполочного теполобменника (6) газ смешивается с основным газовым потоком и холодным газом в свободном пространстве над первой катализаторной полкой (4), после чего он поступает во входные панели первой катализаторной полки (4). Через входные панели газ поступает на первую катализаторную полку (4), и проходит её в радиальном направлении (от края к центру) и поступает далее в кольцевой зазор между первой катализаторной полкой (4) и межполочным теплообменником (6). Равномерное распределение газа в катализаторном слое обеспечивается за счет перфорированных распределительных пластин входных панелей. Газ, покидающий первую катализаторную полку (4), проходит по межтрубному пространству межполочного теплообменника (6), охлаждаясь до температуры 406 °С, на входе во вторую катализаторную полку (5), за счет теплообмена с газом проходящем по трубкам межполочного теплообменника (6), как описано выше. Температура газа на входе второй катализаторной полки (5) регулируется расходом квенч-газа, проходящего по трубкам межполочного теплообменника (6), путем изменения положений заслонок (10, 11, 12).

Газ, проходящий по межтрубному пространству межполочного теплообменника (6), поступает на вторую катализаторную полку (5) через боковые панели второй катализаторной полки. Газ проходит слой катализатора в радиальном направлении (от краев к центру); в

этом случае распределение газа также осуществляется с помощью перфорированных распределительных пластин.

Газ, выходящий из второй катализаторной полки (5), проходит по центральной перфорированной трубе и поступает в трубки приточно-отточного теплообменника (2), где происходит теплообмен с газом, поступающим через основной вход (15), расположенный снизу колонны. Из труб приточно-отточного теплообменника (2) газ поступает на выход из колонны синтеза (16). Газ, выходящий из первой катализаторной полки (4), охлаждается в межполочном теплообменнике 6 квенч-газом, входящим на первую полку (4), для достижения температуры около 406 °С на входе на вторую катализаторную полку (5). Температура газа, выходящего со второй полки (5), составляет около 472 °С. Газ охлаждается свежим газом, подаваемым на первую полку (4), входящим в межтрубное пространство приточно-отточного теплообменника (2), и температура на выходе из колонны синтеза (16) составляет около 336 °С.

В настоящее время процесс управления температурным режимом в колонне ведет оператор-технолог, управляя клапаном (14), установленным на трубопроводе основного потока газа. Таким образом, регулирование производится вручную, поскольку ранее действовавшая система автоматического управления со стандартным ПИД-регулятором не смогла поддерживать заданный технологический режим.

Это обусловлено тем, что колонна синтеза аммиака представляет собой сложный технологический объект, характеризующийся взаимным влиянием между регулируемыми параметрами [2]. Поскольку основной поток газа проходит последовательно слои катализатора сверху вниз, то, исходя из особенности конструкции данного типа реактора, температура в вышележащем слое катализатора оказывает влияние на температуру нижележащих слоев. Следовательно, можно предположить, что в реакторе синтеза аммиака наблюдается одностороннее (несимметричное) влияние температуры вышележащего слоя на температуру в нижележащем. Из вышесказанного можно сделать вывод, что процесс синтеза аммиака представляет собой многосвязный объект управления. Также для него характерно значительное число возмущающих воздействий, нелинейность и нестационарность динамических характеристик. По этим причинам применение стандартных одноконтурных систем для управления данным объектом, как правило, малоэффективно.

В настоящее время предлагается ряд способов повышения эффективности управления колонной синтеза аммиака [2]. Например, отрицательное влияние нестационарности объекта управления, предлагается нивелировать путем применения алгоритма адаптации, корректирующий коэффициенты модели объекта непосредственно в процессе эксплуатации. Взаимное влияние между регулируемыми параметрами объекта возможно устранить в определенных условиях с помощью многосвязных систем. В работе [2] предлагается комплексный подход к решению проблем автоматического управления, обусловленных нестационарностью, нелинейностью и многосвязностью объекта, в результате которого разработана адаптивная цифровая многосвязная система управления температурным режимом синтеза аммиака в четырехполочной колонне, обосновав эффективность ее применения необходимыми расчетами показателей качества регулирования. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод об актуальности применения адаптивной многосвязной системы в действующей двухполочной колонне, что позволит автоматически поддерживать температурный режим синтеза аммиака.

Список литературы

1. Синтез аммиака / Л. Д. Кузнецов [и др.]. – М. : Химия, 1982. – 296 с.

2. Кудряшов, В. С. Моделирование и синтез цифровой многосвязной системы управления процессом получения аммиака / В. С. Кудряшов, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов. – Воронеж : ВГТА, 2011. – 171 с.

УДК 612.081.2:661.15'12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛОННЫ СИНТЕЗА АММИАКА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

А. А. Кургачев, Т. Г. Шевцова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В процессе синтеза аммиака важно поддерживать строгий температурный режим в колонне синтеза [1]. В настоящее время в действующей на предприятии колонне температурный режим поддерживается только в ручном режиме. Эта ситуация возникла после модернизации конструкции колонны, которая повлекла изменение ее статических и динамических свойств, вследствие чего использование на модернизированной колонне действовавших ранее одноконтурных систем автоматического регулирования (САР) стало невозможным.

Таким образом, возникла необходимость идентификации колонны синтеза (рис. 1) как объекта управления с целью создания САР, обеспечивающей заданные требования к качеству регулирования. Для решения этой задачи был выбран экспериментальный метод, поскольку он позволяет получить математическое описание объекта управления с точностью, достаточной для решения инженерных задач, в частности, задачи синтеза САР.

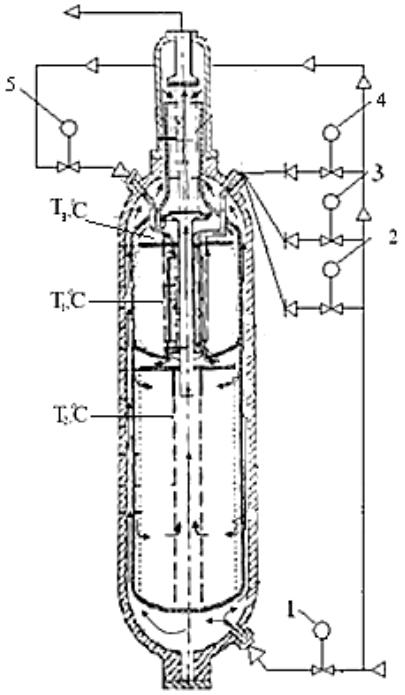


Рисунок 1 – Двухполочная колонна синтеза: 2, 3, 4, 5 – клапаны подачи холодного газа; 1 – клапан подачи смеси по основному ходу реактора; T_1 – температура выхода с первой полки; T_2 – температура выхода со второй полки; T_3 – температура входа на первую полку

Идентификация объектов управления может выполняться на основе экспериментальных временных (разгонных или импульсных) или частотных характеристик. Нами был выбран более простой в реализации метод идентификации, позволяющий получить достаточно точные результаты, заключающийся в снятии разгонных характеристик с их последующей аппроксимацией передаточными функциями типовых объектов управления. Задачей эксперимента было исследование каналов управления $S_1 \rightarrow T_1$, $S_1 \rightarrow T_2$ и

$S_1 \rightarrow T_3$, где S_1,% – степень открытия регулирующей заслонки (1), и каналов $S_2 \rightarrow T_1$, $S_2 \rightarrow T_2$, $S_2 \rightarrow T_3$, где S_2,% – степень открытия регулирующей заслонки (5).

Эксперименты проводились при нормальных условиях эксплуатации, поскольку выход за пределы нормального режима работы исследуемого объекта невозможен из-за опасности возникновения аварийной ситуации. Управляющее воздействие S_1 на объект по исследуемым каналам создавалось путем изменения положения регулирующей заслонки (1) с 50 до 52 % при полностью открытых заслонках (2, 3, 4, 5). Изменение температур T_1, T_2 и T_3 с момента подачи входного воздействия измерялось с помощью термопар ТХА с диапазоном измерения 0–600 °С и фиксировалось техническими средствами распределенной АСУТП CENTUM CS3000R3. Разгонные характеристики приведены на рис. 2–7.

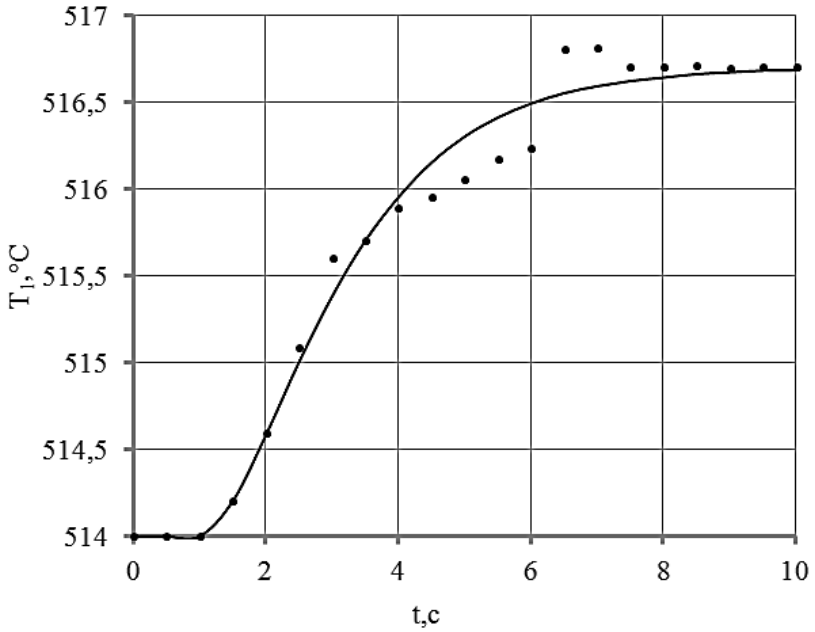


Рисунок 2 – Разгонные характеристики канала $S_1 \rightarrow T_1$:
● – экспериментальная; — – расчетная

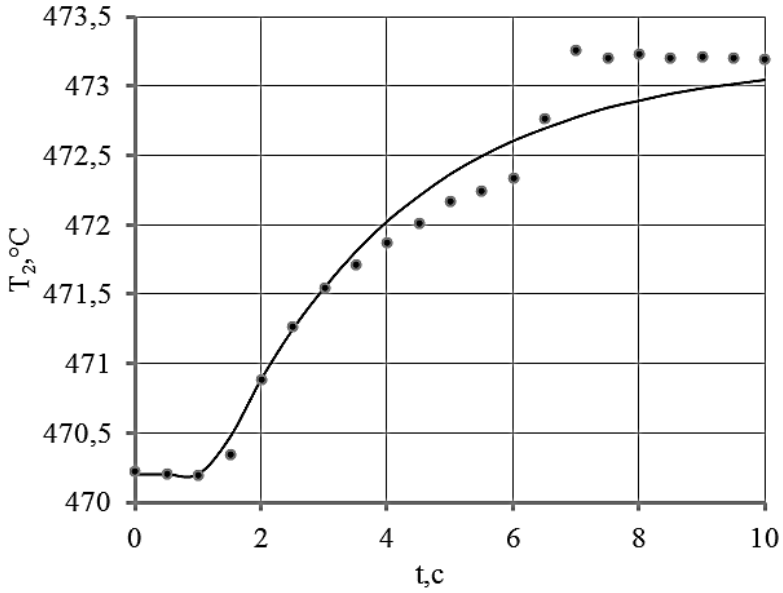


Рисунок 3 – Разгонные характеристики канала $S_1 \rightarrow T_2$:
● – экспериментальная; — – расчетная

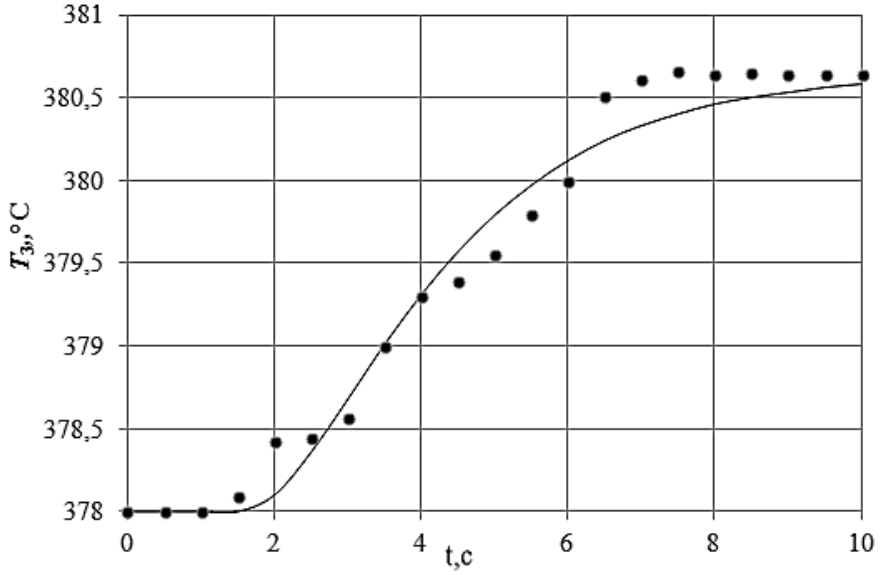


Рисунок 4 – Разгонные характеристики канала $S_1 \rightarrow T_3$:
● – экспериментальная; — – расчетная

Форма полученных кривых разгона по каналам $S_1 \rightarrow T_1$, $S_1 \rightarrow T_2$ и $S_1 \rightarrow T_3$ позволила сделать вывод, что колонна синтеза аммиака по исследуемым каналам представляет собой статический объект второго порядка с запаздыванием, передаточная функция которого имеет вид:

$$W_i(s) = \frac{k}{T_2 \cdot s^2 + T_1 \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau s}, \quad (1)$$

где i-номер передаточной функции, k – коэффициент передачи, T_2 и T_1 – постоянные времени, τ – время запаздывания объекта управления.

Параметрическая идентификация передаточных функций проводилась методом сканирования

В результате параметрической идентификации были получены передаточные функции $W_1(s)$ по каналу $S_1 \rightarrow T_1$, $W_2(s)$ по каналу $S_1 \rightarrow T_2$ и $W_3(s)$ по каналу $S_1 \rightarrow T_3$.

$$W_1(s) = \frac{1{,}35}{1{,}37 \cdot s^2 + 2{,}36 \cdot s + 1} \cdot e^{-0{,}97s} \quad (2)$$

$$W_2(s) = \frac{1{,}5}{0{,}39 \cdot s^2 + 3{,}08 \cdot s + 1} \cdot e^{-1{,}1s} \quad (3)$$

$$W_3(s) = \frac{1{,}29}{2{,}15 \cdot s^2 + 2{,}93 \cdot s + 1} \cdot e^{-1{,}5s} \quad (4)$$

Управляющее воздействие S_2 на объект по исследуемым каналам создавалось путем изменения положения регулирующей заслонки (5) со 100 до 95% при полностью открытых заслонках (2, 3, 4) и открытой на 50 % заслонки (1). По каналу $S_2 \rightarrow T_1$ колонна представляет собой статический объект первого порядка с запаздыванием, передаточная функция которого имеет вид:

$$W_4(s) = \frac{k}{T_0 \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau_0 s}, \quad (5)$$

где k – коэффициент передачи, T_0 – постоянная времени, τ_0 – время запаздывания объекта управления.

$$W_4(s) = \frac{-0{,}6}{3{,}37 \cdot s + 1} \cdot e^{-0{,}5 s} \quad (6)$$

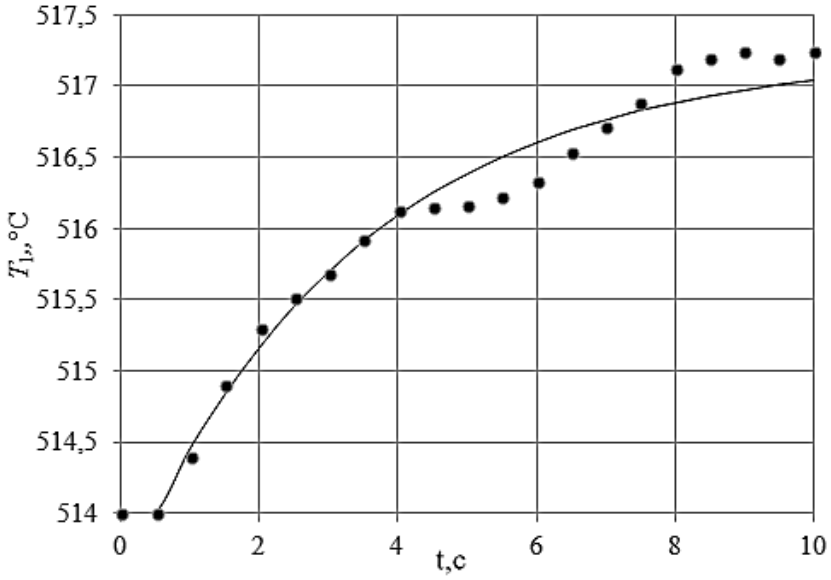


Рисунок 5 – Разгонные характеристики канала $S_2 \rightarrow T_1$:
● – экспериментальная; — – расчетная

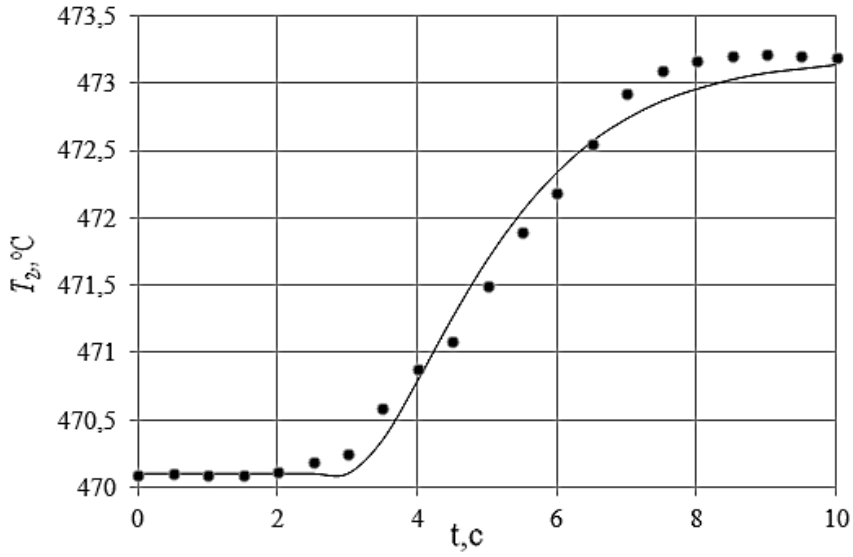


Рисунок 6 – Разгонные характеристики канала $S_2 \rightarrow T_2$:
● – экспериментальная; — – расчетная

По каналу $S_2 \rightarrow T_2$ колонна представляет собой статический объект второго порядка с запаздыванием, передаточная функция которого имеет вид:

$$W_5(s) = \frac{-0{,}62}{1{,}41 \cdot s^2 + 2{,}38 \cdot s + 1} \cdot e^{-2{,}94s} \tag{7}$$

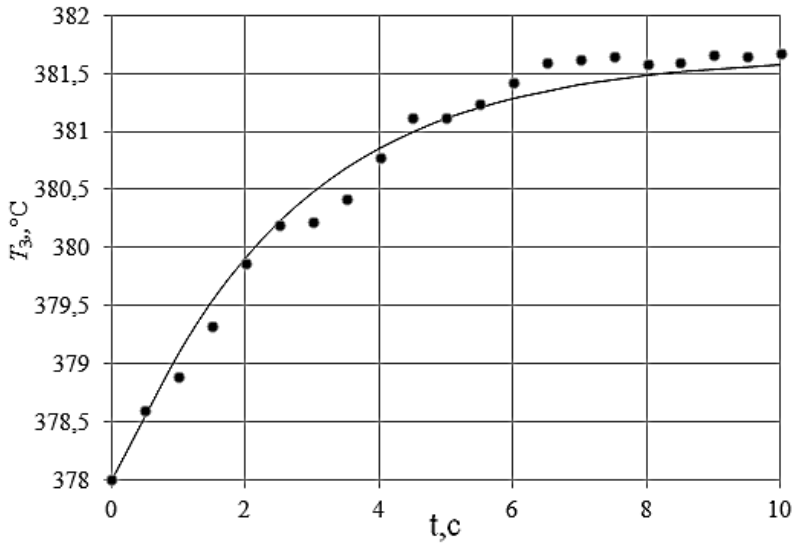


Рисунок 7 – Разгонные характеристики канала $S_2 \rightarrow T_3$: ● – экспериментальная; — – расчетная

По каналу $S_2 \rightarrow T_3$ колонна представляет собой статический объект первого порядка с запаздыванием, передаточная функция которого имеет вид:

$$W_6(s) = \frac{k}{T_0 \cdot s + 1} \cdot e^{-\tau_0 s} \tag{8}$$

$$W_6(s) = \frac{-0{,}73}{2{,}57 \cdot s + 1} \cdot e^{-0{,}07s} \tag{9}$$

Полученные передаточные функции позволяют сделать выводы о статических и динамических свойствах объекта, необходимые для обоснованного выбора структуры и типов регуляторов САР, их расчета и анализа качества регулирования.

Список литературы

1. Синтез аммиака / Л. Д. Кузнецов [и др.]. – М. : Химия, 1982. – 296 с.

2. Штейнберг, Ш. Е. Идентификация в системах управления / Ш. Е. Штейнберг. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 80 с.

3. Эйкхофф, П. Основы идентификации систем управления / П. Эйкхофф. – М. : Мир, 1975. – 686 с.

УДК 663.4(571.17)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПИВНЫХ НАПИТКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ КУЗБАССА

О. В. Куриловская, А. Н. Иноземцева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время разработка новых видов продукции приобретает особую актуальность. Стремление к совершенствованию технологии получения продуктов питания, которые обогащены витаминами, микроэлементами и другими биологически активными добавками естественного происхождения приобретает всё большую значимость. В этом направлении разработка новых напитков не только помогает компенсировать недостаток требуемых веществ в организме человека, но и увеличивает ассортимент продукции для повседневного спроса.

Пиво – слабоалкогольный напиток, который является одним из древнейших продуктов пищевых производств. Пиво устойчиво имеет постоянный спрос у населения благодаря высоким вкусовым достоинствам, ценовым характеристикам и в умеренных дозах благоприятному влиянию на организм человека.

Крафтовое пиво – это принципиально новый продукт, который совсем недавно появился на российском рынке. Словосочетание «крафтовое пиво» происходит от английского выражения «craftbrewer», что можно перевести на русский язык как «ремесло пивовара». Надо отметить, что у слова craft имеется несколько значений, таких как: мастерство, умение, сноровка и даже искусство. Таким образом, под термином «крафтовое пиво» подразумевают два основных значения. Первое – это пиво, произведенное в пивоварнях малой производительности, чаще всего при достаточно вместительных пивных ресторанах или барах. Такое пиво производится из традиционных ингредиентов, по традиционной технологии и старается сохранить и воспроизвести старые сорта. Второе направлениеэто создание новых, оригинальных пивных напитков. Т. е. крафтовое пиво также может быть с различными добавками, начиная от фруктов или различных фруктовых смесей и заканчивая пряностями и специями, которые также могут сочетаться как между собой, так и с теми же фруктовыми добавками. В этом случае неизменным должно оставаться вкусовые органолептические характеристики получаемого напитка. Основой оценки должен быть ярко выраженный вкуси запах традиционного пива, в который добавляется привкус добавок различных нетрадиционных для пива ингредиентов.

На сегодняшний день в России слабо развито производство пива с добавками, так как технология приготовления подобных сортов пива является весьма затратной.

Нами была поставлена задача разработки нового способа приготовления пива с добавками, который отличался бы простотой и незначительными затратами на производство.

Проанализировав литературные источники [1–3] отметим, что при получении крафтового пива следует сделать акцент на производство нефильтрованной продукции. В данном случае это снижает издержки, что позволяет легче выдержать конкуренцию. Кроме этого, пиво с содержанием пивных дрожжей отвечает тенденциям сегодняшнего дня по выпуску функциональных напитков, особенно в сочетании с экстрактами, полученными из растительного сырья [4]. В качестве источника таких экстрактов могут служить плоды смородины, малины, рябины, калины и других плодовых культур, широко произрастающих на территории Кузбасса. Одним из действенных способов снижения себестоимости продукции и повышения ее конкурентоспособности является применение современного инновационного оборудования, которое интенсифицирует различные процессы производства.

С этой целью нами было принято решение использовать для процесса затирания роторно-пульсационный аппарат [5]. Мощное гидродинамическое воздействие, которым подвергаются продукты переработки в этом аппарате, позволяет значительно снизить

продолжительность процесса затирки. Кроме этого, принцип работы этого устройства позволяет совместить процесс затирания с процессом дезинтегрирования исходного сырья, тем самым удаляя измельчения солода из технологического цикла производства.

Самым главным моментом, с нашей точки зрения, является определение стадии внесения растительного сырья при производстве пивных напитков. С одной стороны плодовое сырье не должно усложнить технологическую схему получения напитков. С другой стороны следует учесть влияние растительного сырья на качество получаемого напитка. Согласно исследованиям [6] свойства растительного сырья практически не влияют на прозрачность, кислотность, сроки хранения, не говоря уже о продолжительности процессов брожения и дображивания.

Нами были проведены серия экспериментов по методикам, изложенным в [7]. В результате проведения исследований были получены следующие основные результаты:

– показана возможность использования плодово-ягодного сырья при производстве светлого пива. Установлено, что увеличение дозировки плодов свыше 15% приводит к ухудшению некоторых аналитических и органолептических характеристик готового нефильтрованного пива;

– установлено, что внесение плодов целесообразно на стадии затирания, это не приводит к ухудшению показателей качества конечного продукта и не влияет на продолжительность остальных стадий процесса пивоварения;

– выявлено, что полученные пивные напитки обладают хорошими показателями прозрачности, кислотности. Напитки, полученные экспериментальным путем, отличаются хорошими сроками хранения;

– пивные напитки, обогащенные биологически активными веществами из плодов региона Кузбасса, обладают хорошими вкусовыми качествами и имеют неярко выраженный вкус добавленных плодов или ягод;

– исследована возможность применения роторно-пульсационного аппарата для приготовления затора экспериментальных образцов пивных напитков. Аппарат данного типа хорошо зарекомендовал себя для выполнения поставленных целей;

– подобраны рациональные режим работы роторно-пульсационного аппарата: частота вращения ротора 1400–1600 об/мин.; продолжительность процесса 15–25 минут; температура процесса экстракции 45–60 °С;

– расчет экономической эффективности показал целесообразность производства крафтовых сортов пива с использованием растительных ресурсов Кузбасского региона

Список литературы

1. Ермолаева, Г. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г. А. Ермолаева, Р. А. Колчева. – М. : ИПРО, 2000. – 416 с.

2. Меледина, Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т. В. Меледина. – М. : Профессия, 2003. – 304 с.

3. Напитки нового поколения [Электронный ресурс] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 1. – Режим доступа: www.produkt.by/Technic/show/131.

4. Голуб, О. В. Характеристика и оценка потребительских свойств дикорастущего растительного сырья и продуктов его переработки / О. В. Голуб. – Кемерово, 2004. – 192 с.

5. Пат. № 2397793 РФ, МПК B01D 11/02 D01F 7/00 Роторно-пульсационный экстрактор с направляющими лопастями / Потапов А. Н., Светкина Е. А., Попик А. М., Просин М. В. // опубл. 27.08.2010, Бюл. № 24.

6. Бибик, И. В. Обоснование и разработка технологии напитка на основе пивного сусла с добавлением хвойного экстракта / И. В. Бибик, Ю. А. Гужель // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 1 (28). – С. 3–8.

7. Казаков, И. О. Формирование качества и товароведная оценка полисолодовых напитков : дис. … канд. техн. наук : Казаков Илья Олегович. – Кемерово, 2015. –140 с.

УДК [641.3.:613.26]:634.7

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

А. Ю. Кутузова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

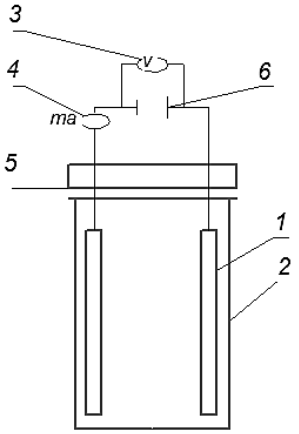
Процесс экстрагирования используется во многих технологиях: пищевой, ликеро-водочной, фармацевтической, химической и других [1]. Известно, что на развитие процесса экстрагирования влияют различные параметры, например размер частиц сырья, различная концентрация компонентов, температура и др. В настоящее время актуальной задачей является изучение механизма экстрагирования, поиск путей, позволяющих ускорить как ход процесса, так и выход экстрактивных веществ при обеспечении их сохранности.

Для повышения выхода экстрактивных веществ исследователями [1–4] предложены возможные способы интенсификации процесса экстрагирования. Основные методы направлены на изменение гидродинамических условий, которые обеспечивают создание конвективных потоков в объеме сырья. Изучены методы реализации процесса в турбулентном потоке растворителя при вибрации, пульсации растворителя через слой с применением ультразвука [2], при электрической обработке [3], при экстрагировании с помощью роторно-пульсационного аппарата [4].

Перспективным методом интенсификации является электрофизическая обработка сырья [2, 3]. Метод обработки основан на том, что с помощью электрофизических колебаний обеспечивается высокая степень извлечения целевых компонентов из сырья и существенно сокращается продолжительность процесса, что также является более экономичным по сравнению с другими методами экстракции. Процесс экстрагирования ускоряется за счет создания условий, способствующих лучшему проникновению растворителя внутрь клетки и отводу вещества из диффузионного слоя. Кроме того, в результате обработки объем сырья значительно увеличивается и происходит разрушение клеточных структур [2].

Для проведения электрофизической обработки применяются различного вида установки [4, 5]. Установки различаются по следующим признакам: по виду работы установки делятся на периодические, полунепрерывные и непрерывные; по взаимному направлению движения растворителя и твердых частиц – на противоточные, прямоточные, с периодическим процессом, процессом полного (идеального) смешения; по виду циркуляции – на установки с однократным прохождением растворителя, с рециркуляцией растворителя и оросительные; по давлению в установке – на атмосферные, вакуумные и работающие под давлением; по свойствам твердых частиц, участвующих в процессе – на установки для крупнозернистых, мелкозернистых, тонкодисперсных, пастообразных, волокнистых и других материалов.

Нами предложена и изучалась технология получения водных и водно-спиртовых растворов из ягод черной смородины с использованием электрофизической обработки. Технология предусматривает настаивание сырья в течение 2–3 суток в водно-спиртовом растворе с концентрацией спирта, равной 40 % при гидромодуле 1:10, 1:15, 1:20 и температуре от 20 до 50 °С [6, 7]. Экстрагирование проводится на аппарате периодического действия с электроразрядной камерой, представленной на рис. 1. Аппарат состоит из экстракционной камеры (2) и двух электродов (1), к которым подается импульсный ток высокой частоты. Под действием электрических разрядов в экстрагируемой смеси возникают волны, создающие высокое давление в структуре обрабатываемого сырья. В результате происходит перемешивание экстрагируемой смеси, а также уменьшение толщины диффузионного пограничного слоя и увеличивается степень конвективной диффузии.



1 – электрод, 2 – экстрактор, 3 – вольтметр, 4 – миллиамперметр,
5 – крышка, 6 – источник питания

Рисунок 1 – Экстракционная камера

Возникновение электрофизических волн способствует попаданию растворителя внутрь клеточных структур, что ускоряет диффузии вещества к поверхности. При возникновении разряда в жидкости образуются плазменные полости, которые при достижении максимального объема сокращаются. Данное явление является быстротечным, вследствие чего в малом пространстве выделяется энергия, приводящая к микровзрыву и разрушению клеточной структуры сырья. Процесс экстрагирования ускоряется при этом за счет выхода биологически активных веществ из разрушенных клеток. Кроме того, при создании и разрушении полостей увеличивается скорость движения раствора около частиц сырья и тем самым интенсифицируется процесс за счет возрастания коэффициента конвективной диффузии.

В ходе полученных результатов был посчитан коэффициент молекулярной диффузии, который обусловлен хаотичным движением частиц. Скорость молекулярной диффузии определялась уравнением Фика [1]. Коэффициенты молекулярной диффузии представлены в виде графиков на рис. 2, 3.

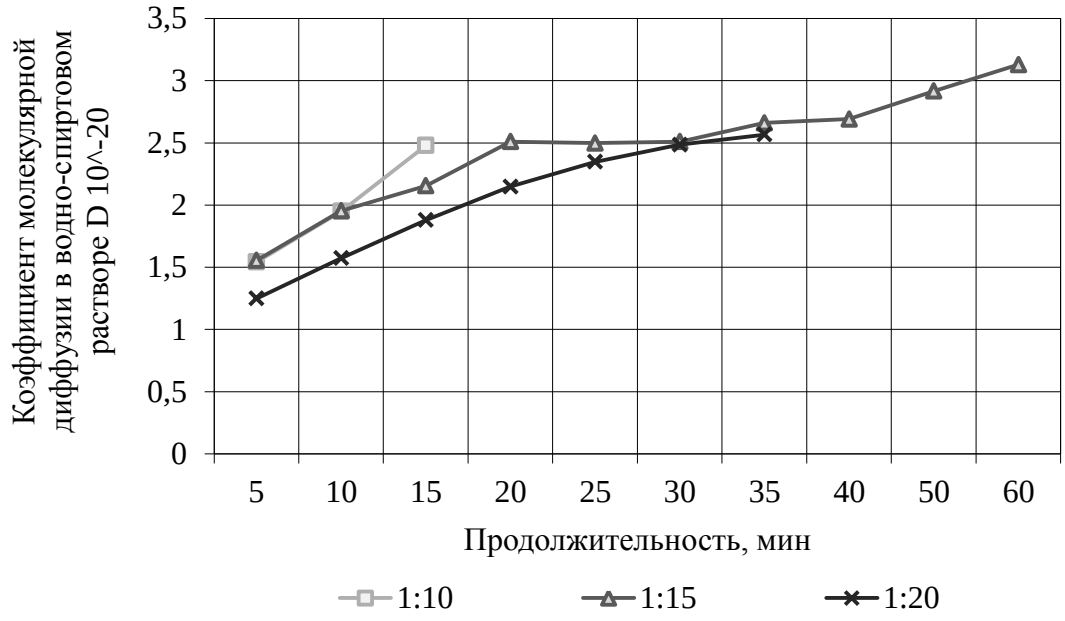


Рисунок 2 – Коэффициент молекулярной диффузии в водно-спиртовом растворе

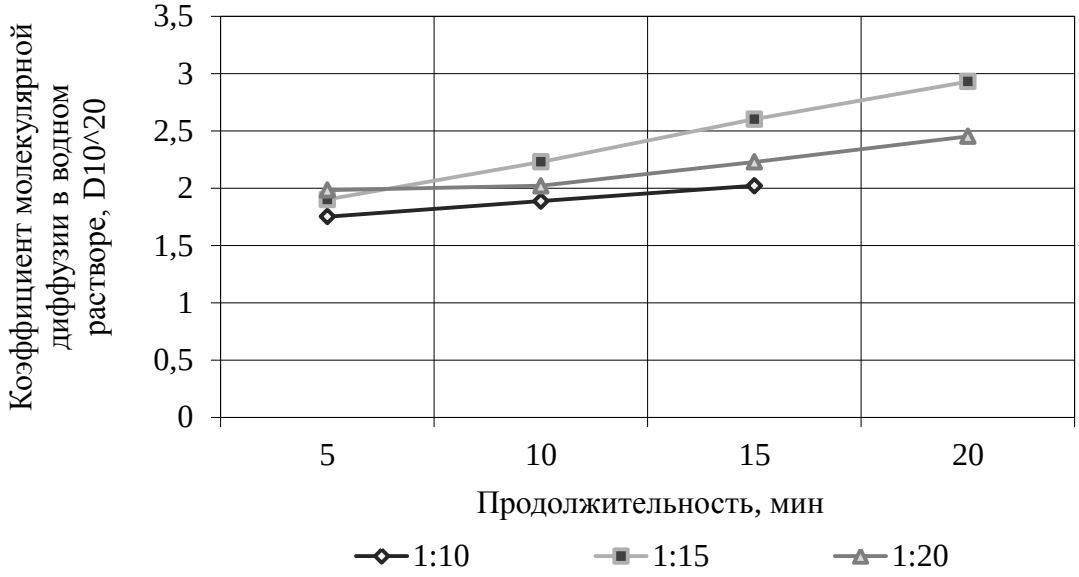


Рисунок 3 – Коэффициент молекулярной диффузии в водном растворе

Таким образом, на основе литературных источников и результатов собственных исследований установлено, что электрофизическая обработка сырья позволяет сократить время процесса экстрагирования от нескольких суток до нескольких минут. Одним из возможных объяснений механизма такой резкой интенсификации процесса является разрушение диффузионного пограничного слоя за счет явления кавитации. По результатам исследований предложены технология и аппарат для получения экстрактов из ягод черной смородины при электрофизической обработке.

Список литературы

1. Бакин, И. А. Совершенствование технологии экстрагирования ягодного сырья с использованием ультразвуковой обработки / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, П. Н. Лунин // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 12. – С. 91–95.

2. Исследование технологических процессов получения экстрактов ягод черной смородины / И. А. Бакин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 12. – С. 48–53.

3. Толмачев, В. О. Разработка технологии экстракта люцерны посевной и его использование для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности / В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов, Н. В Тихонова // Вестник ЮУГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2016. – Т. 4, № 3. – С. 47–54.

4. Маринин, А. И. Влияние электрогидравлической обработки на сокостружечную смесь сахарной свеклы : дис. … канд. техн. наук. – Киев, 2013. – 109 с.

5. Мустафина, А. С. Маркетинговое исследование рынка продуктов, содержащих экстракты и концентраты плодово-ягодного сырья / А. С. Мустафина, И. А. Бакин // Ползуновский вестник. – 2013. – № 12-2. – С. 132.

6. Бакин, И. А. Влияние комплексных технологических приемов обработки на экстрагирование ягодного сырья / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, П. Н. Лунин // Известия вузов. Пищевая технология. – 2016. – № 5-6. – С. 23–24.

7. Hidalgo, G.-I., Almajano, M. P. Red fruits: extraction of antioxidants, phenolic content, and radical scavenging determination: a review / G.-I. Hidalgo, M. P. Almajano. – Antioxidants. – 2017. – Vol. 6, 7.

УДК 664:66.022.32

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НАПИТКОВ ВЫСОКОЙ ВЯЗКОСТИ

Д. А. Ливанович, А. В. Ливанович
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Безалкогольные напитки, употребляемые в настоящее время жителями России, имеют широкое разнообразие. К сожалению, основная часть рынка напитков занимает продукция, основой которых являются ароматизаторы и сахарозаменители [1]. В связи с тем, что достаточно большая часть потребителей отдает предпочтение продуктам, изготовленным из натурального сырья, перед производителями возникает задача не только повышать качество выпускаемой продукции. Но и использовать в качестве исходного сырья продукты натурального происхождения. Это позволяет расширять ассортимент производимых товаров, дополнительно обогащенных витаминами, минеральными и биологически активными веществами.

К традиционным напиткам исконно русского происхождения можно отнести квас, кисели и многие другие менее известные напитки. Следует отметить, что напитки на основе киселей при определенных условиях можно отнести к группе функциональных и профилактических [2]. Кисели представляют собой безалкогольный, высоковязкий, желеобразный, негазированный напиток. Основой киселей является крахмал или зерновой отвар с добавлением сахара, фруктов, ягод, сиропов и соков. Благодаря исходному составу кисель является питательным и полезным продуктом. Несмотря на широкую известность данного напитка, готовые кисели на основе крахмалов и зернового сырья (а не полуфабрикаты) производятся в сравнительно небольших количествах. В настоящее время приготовление киселей относится исключительно к сфере домашней кулинарии и общественного питания.

Полезные свойства киселей известны с незапамятных времен. Благодаря сбалансированному составу эти напитки применяются не только для профилактики, но и рекомендуются при лечении ряда заболеваний.

В связи с этим, исследования в области разработки рецептур и промышленной технологии безалкогольных напитков вязкой консистенции, являются актуальными [3]. Не менее актуальной задачей является разработка аппаратов для получения данного вида напитков. Основные трудности при получении вязких напитков при использовании традиционного оборудования это значительные затраты энергии. В качестве таких аппаратов используют перемешивающие устройства различного типа [4].

Целью данной работы является подбор и исследование аппаратов для получения напитков с высокой вязкостью на основе крахмалов и определение оптимальных параметров их работы.

Характерная консистенция киселя предполагает в качестве основного компонента напитка раствор крахмала определенной концентрации. Для получения крахмальной основы для напитков выбран раствор картофельного крахмала 2%ной концентрации. Картофельный крахмал в отличие от крахмала, полученного из других растительных продуктов, отличается слабовыраженным специфическим вкусом и запахом. В качестве добавок вкусо-ароматической направленности были использованы концентрированные соки вишни, малины, брусники. Определение дозировки сахара и концентрированных соков производилось на основе органолептической оценки. Дозировка соков составляла 3–3,5 %, Содержание сахара в напитке составляло 11,0–12,0 % [5].

Анализ процессов, происходящих в готовом напитке показал, что с целью исключения расслоения киселей необходимо использовать стабилизаторы. Для этих целей хорошо зарекомендовал себя такой продукт как пектин, позволяющий существенно снизить степень расслоения. Дозировка пектина составляла 0,2 %.

Производство киселей включает следующие стадии: приемка и хранение сырья; приготовление раствора оклейстеризованного крахмала; приготовление киселей; розлив в потребительскую тару; упаковка, транспортирование и складирование [6].

Поскольку процесс приготовления киселей подразумевает добавление в раствор крахмала, вкусовых (ароматических) добавок и внесение пектина. То была выдвинута гипотеза о повышении интенсивности процесса путем одновременного, а не последовательного, добавления всех необходимых ингредиентов.

Для исследования процесса получения жидких киселей были выбраны три аппарата: роторно-пульсационный аппарат, массообменный аппарат центробежного типа, вибрационный экстрактор, который может быть использован в качестве аппарата для получения растворов. В качестве стандартного аппарата для получения киселей применяли перемешивающее устройство с лопастной мешалкой. Необходимо отметить, что все аппараты, используемые в экспериментах с получением киселей, обладают высоких динамическим воздействием на сырье, а также существенными достоинствами к которым можно отнести: низкую металлоемкость, высокую энергоэффективность, небольшие габаритные размеры. Эффективность применяемых аппаратов сравнивали по удельным затратам энергии на получение единицы готового продукта.

В результате проведения исследований было установлено:

– для производства киселей наиболее подходящими являются аппараты с высокой гидродинамической нагрузкой. К числу таких аппаратов относятся роторно-пульсационные аппараты и устройства центробежного типа.

– наиболее хорошие результаты по результатам предварительных исследований показал аппарат центробежного типа, который для получения напитка обладает наименьшими удельными затратами энергии. При этом данный аппарат показал высокую производительность, при достаточно высоком качестве конечного продукта.

– выявлено, что сочетание высокой производительности с хорошим качеством продукта возможно при частоте вращения ротора 600–800 об/мин. При этой же частоте вращения ротора работа аппарата характеризуется минимальными затратами энергии вследствие низкого гидравлического сопротивления.

– использование аппарата центробежного типа предполагает также внесение в качестве вкусо-ароматических добавок непосредственно ягоды плодовых культур, а не концентрированные соки, что позволяет снизить себестоимость получаемого продукта.

– напитки, полученные на исследуемом оборудовании, характеризуются высоким качеством, приятным вкусом и запахом, достаточно высокой стойкостью (15–20 суток).

Список литературы

1. Беличенко, А. М. Перспективы развития безалкогольной отрасли / А. М. Беличенко // Пиво и напитки. – 2000. – № 3. – С. 11–13.

2. Гаппаров, М. Г. Функциональные продукты питания / М. Г. Гаппаров // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 6–7.

3. Австриевских, Л. Н. Продукты здорового питания: новые технологии, обеспечение качества, эффективность применения / А. Н. Австриевских, А. А. Вековцев, В. М. Позняковский. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2005. – 416 с.

4. Ермолаева, Г. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г. А. Ермолаева, Р. А. Колчева. – М. : ИРПО ; ИЦ Академия, 2000. – 416 с.

5. Романенко, В. О. Разработка технологии безалкогольных напитков вязкой консистенции на основе зернового сырья и растительных гидроколлоидов : дис. … канд. техн. наук : 05.18.15 / Романенко Василий Олегович. – Кемерово, 2014. – 134 с.

6. Анализ факторов, влияющих на качество зерновых отваров [Электронный ресурс] / В. А. Помозова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014 – № 5. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/119-14764.

УДК 66.061.34: 54.06

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ЭКСТРАКТОРОМ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗАМОРОЖЕННОЙ РЯБИНЫ КРАСНОЙ

В. Г. Ляховский, П. П. Иванов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время в различных отраслях народного хозяйства, особенно в пищевой и фармацевтической промышленности, широко прослеживается тренд применения биологически активных веществ (БАВ) из растительного сырья. Это объясняется их важной ролью в системе обмена веществ человека. Однако такое производство имеет низкую рентабельность в связи с большой трудоемкостью выращивания растительного сырья, сложностью извлечения, высокой энергоемкостью процесса концентрирования, что существенно влияет на себестоимость конечного продукта – концентрата БАВ.

В связи с этим с целью снижения производственных затрат на этапе экстрагирования необходимо применение максимально эффективного массообменного оборудования для переработки растительного сырья. Виброэкстракторы представляют собой яркий пример такого оборудования. В них основным исполнительным органом является вибрационная насадка, состоящая из одной или нескольких перфорированных тарелок, жестко закрепленных на вертикальном штоке, совершающем гармонические низкочастотные механические колебания. Данные аппараты имеют следующие отличительные особенности: относительно компактные размеры, легкость монтажа и ввода в эксплуатацию, высокую производительность и ремонтопригодность, низкую себестоимость. Воздействие низкочастотных механических колебаний на обрабатываемое сырье оказывает существенное повышение выхода целевых компонентов из растительного сырья по сравнению с альтернативными способами обработки, а также помогает сохранить микро- и макроэлементы в нативном виде.

Однако на основании проведенного литературного обзора можно сделать вывод, что факторы, обеспечивающие создание необходимого гидродинамического режима, в экстракторах данного типа изучены недостаточно. Например, отсутствует в достаточной мере информация о затрачиваемой энергии при переработке плодово-ягодного сырья. Имея целью широкое промышленное внедрение экстракторов данного типа, необходимо учитывать затраты энергии, являющиеся одним из важнейших параметров, учитываемых при выборе технологического оборудования на стадии проектирования. На основании вышесказанного, целью данной работы является исследование влияния амплитуды и частоты колебаний вибрационной насадки на потребляемую мощность при экстрагировании замороженных плодов рябины красной.

Эксперимент производился на базе экстрактора периодического действия, с вибрационной насадкой включающей одну перфорированную тарелку, конструкция которого приведена в [1].

На стадии подготовки к исследованию было принято решение проводить эксперименты на основе ортогонального композиционного плана второго порядка (ОКПВП). В отличие от традиционной методики постановки экспериментов, использование ОКПВП позволило минимизировать количество опытов, обеспечив достаточно высокий уровень точности, а также оценить влияние факторов на выходную переменную и их взаимодействие независимо друг от друга.

В начале экспериментов, в соответствии с выбранным соотношением фаз, в аппарат подавали необходимое количество подготовленного сырья и воды. Устанавливали одну из выбранных амплитуд колебаний тарелки, обеспечивая расстояние от дна аппарата до тарелки, равное 80 мм. В ходе предварительных экспериментов было выявлено, что до достижения равновесной концентрации целевого компонента в экстракте наблюдаются колебания мощности на уровне 10–15 %, после чего значения мощности стабилизируются.

Это объясняется завершением измельчения частиц твердой фазы и формированием однородной суспензии. Поэтому эксперименты по измерению мощности, затрачиваемой на создание низкочастотных механических колебаний, начинали через 10 минут после запуска аппарата.

Исследуемыми факторами являлись амплитуда и частота колебаний тарелки. Амплитуду колебаний варьировали на уровнях 3; 4,5; 6 мм, частоту колебаний – на уровнях 6,67; 13,34, 20 Гц. Эксперименты проводились в трех повторах. Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Сводные данные по расчетной и экспериментальной мощностям

№	Амплитуда (*А*), мм	Частота (*F*), Гц	Мощность экспериментальная (*Рэ*), Вт				Мощность расчетная (*Рр*), Вт	Относительная погрешность (*Рэ*-*Рр*)/*Рэ*, %
			1	2	3	Средняя		
1	3	6,67	9,5	9	9	9,16	9,98	8,96
2	6	6,67	17	16	16	16,33	14,9	8,76
3	3	20	94,5	94	93,5	94	94,23	0,24
4	6	20	211	206	201	206	203,98	0,98
5	3	13,34	24,8	24,4	24,3	24,49	23	6,08
6	6	13,34	81,5	76	74,5	77,33	80,33	3,88
7	4,5	6,67	12	12	11,5	11,83	12,44	5,16
8	4,5	20	149,3	146,1	146,6	147,31	149,1	1,22
9	4,5	13,34	53,5	53	53	53,17	51,66	2,84

Параметрическую идентификацию выборочного уравнения регрессии проводили по методу наименьших квадратов на основе полиноминального уравнения второго порядка. В результате этого были получены следующие значения коэффициентов: b_0 = 51,664, b_1 = 28,668, b_2 = 68,332, b_{12} = 26,207, b_{11} = 0,448, b_{22} = 29,108. Статистическая оценка значимости коэффициентов по критерию Стьюдента (при уровне значимости p = 0,05) показала отсутствие влияния на расчетную мощность квадратичного эффекта b_{11}, поэтому он был исключен из уравнения регрессии.

Анализ коэффициентов уравнения показывает, что частота колебаний тарелки в 2,38 раза сильнее влияет на потребляемую мощность, чем амплитуда. Также существует значимый эффект парного взаимодействия амплитуды колебаний и частоты.

Для практических расчетов выборочное уравнение регрессии было преобразовано в натуральный масштаб (2):

$$P_p = 102.67 - 0.317 \cdot F - 15.831 \cdot A + 0.0437 \cdot A \cdot F + 0.00018 \cdot F^2 \quad (2)$$

где: F – частота колебаний, A – амплитуда колебаний.

Относительная погрешность результатов расчета мощности (см. табл. 1) не превышает 10 %, поэтому полученное уравнение имеет достаточную точность для проведения инженерных расчетов в заданных пределах изменения амплитуды и частоты колебаний вибрационной насадки и может использоваться для расчета мощности, потребляемой экстрактором периодического действия при экстрагировании замороженной рябины красной.

Список литературы

1. Сорокопуд, А. Ф. Исследование работы виброэкстрактора при растворении сахарного сиропа / А. Ф. Сорокопуд, А. Е. Ворыханов, П. П. Иванов // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 4 (23). – С. 91–96.

УДК 663.44:519.233.5

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ОХМЕЛЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА

И. О. Миленький
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Пивоваренная индустрия за последние десятилетия осуществила прирост производственных мощностей. Начало XXI века ознаменовано началом стремительного технического развития отечественной пивоваренной отрасли промышленности, направленного на увеличение объемов производства пива, расширение его ассортимента и повышение качества [1].

Пивоварение – специфическая пищевая биотехнология, которая требует специального инженерного обеспечения. Оснащение пивной отрасли претерпело кардинальные изменения: существенно усовершенствованы традиционные процессы, применяются новые технологические операции и конструктивные разработки. Технический арсенал современных производств пополнился широчайшим спектром уникальных процессов и специализированного технологического оборудования [2]. В силу своей новизны и оригинальности эти процессы и оборудование в большинстве своем не только в РФ, но и за рубежом изучены пока недостаточно.

В пивоварении процесс охмеления пивного сусла играет важную роль по его химической и микробиологической стабилизации состава сусла, а также для придания ему специфических органолептических свойств. Хмель придает суслу приятную хмелевую горечь и характерный аромат, способствует осаждению белка в сусле, улучшает цвет пива и оказывает бактерицидное действие на него. Поэтому основной задачей охмеления является получение пивного сусла с оптимальными качественными показателями. В процессе охмеления протекает ряд технологических процессов и явлений: экстрагирование и изомеризация горьких веществ хмеля, способствующие изменению вкуса сусла – придания хмелевой горечи; растворение в пивном сусле специфических компонентов хмеля (горькие вещества, хмелевые масла), обусловливающие ароматизацию; экстрагирование и осаждение полифенолов.

Применяемые в промышленности способы охмеления пивного сусла не дают достаточно полного и эффективного выхода специфических горьких компонентов хмеля [3, 4]. Поэтому задача интенсификации процесса охмеления является актуальной.

Осуществление совершенствования способа охмеления пивного сусла возможно с помощью роторно-пульсационного аппарата (РПА), который позволит сократить время процесса и расход гранулированного хмеля [5, 6]. Для оценки интенсификации процесса охмеления пивного сусла с помощью РПА возможно применение математической модели, основанной на регрессионном анализе [7]. Данная модель позволит получить теоретические зависимости выходного параметра от факторов, заданных в эксперименте, и установить их оптимальные значения. Для определения горьких веществ хмеля в сусле был выбран изогумулон как основной горький компонент. Метод определения его содержания основан на его экстракции из сусла изооктаном. Установлены экспериментальные оптимальные параметры для водно-хмелевого экстракта, при которых максимален выход изогумулона: межцилиндровый зазор s = 0,3 мм, частота вращения ротора n = 3000 об/мин [8]. При этом значение изогумулона в экстракте до кипячения – 32,23 мг/л, в охмеленном пивном сусле – 46,05 мг/дм^3. В качестве контрольного образца использовалось охмеленное сусло, приготовленное традиционным способом. Содержание изогумулона в сусле – 30 мг/дм^3, что ниже на 53,5 % по сравнению с экспериментальным образцом.

Для построения регрессионной модели зависимости содержания изогумулона в сусле от режимных и технологических параметров РПА были выбраны варьируемые параметры: время обработки τ и температура среды T (табл. 1).

Расчеты выполнены в среде MathCAD (Prime 3.0). Расширенная матрица

планирования в центральных композиционных ортогональных планах (ЦКОП) показана в табл. 2.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Варьируемые факторы	Нижний уровень	Верхний уровень	Нулевой уровень	Интервал варьирования
Z1 – время обработки сусла в РПА, мин	1	3	2	1
Z2 – температура сусла, °С	55	85	70	15

Таблица 2 – Расширенная матрица планирования ЦКОП

№ п/п	Z1	Z2	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	X'_1	X'_2	X^2_1	X^2_2	Y, изогумулон, мг/л
1	1	55	+1	−1	−1	+1	1/3	1/3	1	1	26,07
2	3	55	+1	+1	−1	−1	1/3	1/3	1	1	31,01
3	1	85	+1	−1	+1	−1	1/3	1/3	1	1	26,08
4	3	85	+1	+1	+1	+1	1/3	1/3	1	1	32,23
5	2	70	+1	−1	0	0	1/3	−2/3	1	0	29,63
6	2	70	+1	+1	0	0	1/3	−2/3	1	0	33,29
7	1	55	+1	0	−1	0	−2/3	1/3	0	1	26,01
8	3	85	+1	0	+1	0	−2/3	1/3	0	1	31,57
9	2	70	+1	0	0	0	−2/3	−2/3	0	0	31,92

Дисперсия воспроизводимости определена по отдельной серии опытов и составляет Sвосп = 0,251. Число степеней свободы дисперсии воспроизводимости $f_{восп} = 3$.

Уравнение регрессии после обработки табл. 2 примет вид:

$$Y(x_1, x_2) = 29{,}757 + 2{,}458 \cdot x_1 + 1{,}132 \cdot x_2 - 2{,}785 \cdot x_2^2. \quad (1)$$

Оценим адекватность уравнения регрессии. Число значимых коэффициентов L = 4. Получены следующие расчетные значения выходного параметра Y_p:

$$Y_p = \begin{bmatrix} 25{,}238 \\ 30{,}155 \\ 27{,}502 \\ 32{,}418 \\ 29{,}155 \\ 34{,}072 \\ 27{,}697 \\ 29{,}96 \\ 31{,}613 \end{bmatrix}$$

Рассчитаем дисперсию адекватности S_{ad} по формуле:

$$S_{ad} = \frac{(Y - Y_p)^T \cdot (Y - Y_p)}{f_{ad}}, \quad (2)$$

где $f_{ад}$ – число степеней свободы дисперсии адекватности.

$$f_{ad} = N - l, \tag{3}$$

где l – число значимых коэффициентов.

Получены значения $f_{ad} = 5$; $S_{ad} = 1{,}969$.

Расчет критерия Фишера F_p осуществляем по формуле:

$$F_p = \frac{S_{ad}}{S_{vosp}}, \tag{4}$$

Значение критерия составило F_p = 7,846. Критическое значение критерия Фишера определяем по справочным таблицам и принимаем, что F_{kp} = 9. Полученная модель считается адекватной, так как выполняется условие $F < F_{kp}$. Переведем уравнение (1) в натуральный масштаб. Для этого примем, что:

$$x_1 = \frac{z_1 - 2}{1}, \tag{5}$$

$$x_2 = \frac{z_2 - 70}{15}, \tag{6}$$

тогда уравнение (1) примет вид:

$$Y(z_1, z_2) = 29{,}757 + 2{,}458 \cdot \left(\frac{z_1 - 2}{1}\right) + 1{,}132 \cdot \left(\frac{z_2 - 70}{15}\right) - 2{,}785 \cdot \left(\frac{z_2 - 70}{15}\right)^2. \tag{7}$$

Решая уравнение (7), получим:

$$Y(z_1, z_2) = 1{,}808 \cdot z_2 - 0{,}012 \cdot z_2^2 + 2{,}458 \cdot z_1 - 41{,}093. \tag{8}$$

Заменяя переменные общепринятыми обозначениями факторов, получим окончательное уравнение:

$$Y(\tau, T) = 1{,}808 \cdot T - 0{,}012 \cdot T^2 + 2{,}458 \cdot \tau - 41{,}093 \tag{9}$$

На базе уравнения (9) построим поверхность отклика (рис. 1) в диапазоне τ = 1…3 мин и T = 55…85 °С.

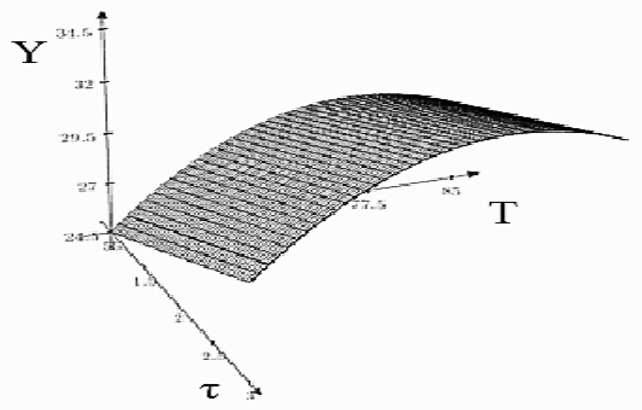


Рисунок 1 – Поверхность отклика с влияющими факторами: время обработки и температура среды

На графике наглядно показаны зависимость содержания изогумулона в охмеленном пивном сусле от параметров работы аппарата. Можно сделать вывод, что повышение температуры улучшает показатели по выходу изогумулона. Это можно объяснить тем, что он образуется в результате изомеризации гумулонов при кипячении хмеля.

В результате работы представлена регрессионная зависимость, описывающая процесс охмеления пивного сусла в заданных пределах. На ее основе определены оптимальные значения режимных параметров, при которых количество изогумулона, содержащегося в сусле, максимально: время обработки τ – 2,458 мин, температура среды Т – 75,333 °С. Охмеление пивного сусла хмелевым экстрактом, полученным в РПА, позволяет увеличить выход изомеризованных горьких веществ хмеля, что даст возможность снизить норму его внесения.

Список литературы

1. Христюк, А. В. Особенности производства солода и хмеля для пивоварения / А. В. Христюк, Г. И. Касьянов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 3.– С. 66–68.

2. Исследование процесса охмеления пивного сусла с применением современного оборудования / Д. М Бородулин [и др.] // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 3 (11). – С. 16–21.

3. Оганнисян, В. Г. Современные способы охмеления пивного сусла / В. Г. Оганнисян // Инновационные технологии в сервисе: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – СПб. : СПбГЭУ, 2015. – С. 338–339.

4. Христюк, А. В. Производство и применение экстрактов хмеля в пивоварении. / А. В. Христюк // Сверхкритические флюидные технологии – инновационный потенциал России. – Ростов-на-Дону, 2006. – С. 84–86.

5. Роторно-пульсационный аппарат: пат. 2190462 Рос. Федерация: МПК 7 B 01 F 7/28 / Иванец В. Н., Иванец Г. Е., Афанасьева М. М., Сафонова Е. А., Артемасов В. В. ; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). – № 2000128253/12 ; заявл. 13.11.2000 ; опубл. 10.10.2002, Бюл. № 28.

6. Способ охмеления пивного сусла: пат. 2634870 Рос. Федерация: МПК C 12 C 3/12 (2006.01) / Бородулин Д. М., Сафонова Е. А., Иванец В. Н., Лапина Т. П., Миленький И. О. ; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). – № 2016129114 ; заявл. 15.07.2016 ; опубл. 07.11.2017, Бюл. № 31.

7. Бородулин, Д. М. Исследование функционирования центробежного смесителя непрерывного действия методом множественного регрессионного анализа / Д. М. Бородулин [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 1. – С. 98–103.

8. Интенсификация процесса охмеления пивного сусла с применением роторно-пульсационного аппарата / Д. М. Бородулин [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2017. – № 4. – С. 3–12.

УДК 621.798:663.916

ДИЗАЙН УПАКОВКИ ШОКОЛАДНЫХ КОНФЕТ КАК ЭЛЕМЕНТ РЕКЛАМЫ

А. В. Миленький, В. Б. Андреев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Одним из наиболее популярных подарков в России являются шоколадные конфеты. Варианты оформления могут быть разными: от стандартного короба из картона до оригинальных конструкций, выполненных из жести.

Ряд маркетинговых исследований выявили основные критерии, которыми руководствуются покупатели при выборе шоколадных конфет (рис. 1) [1]. Основными критериями являлись:

- уникальность и оригинальный дизайн упаковки;
- известность торговой марки;
- качество конфет;
- цена.

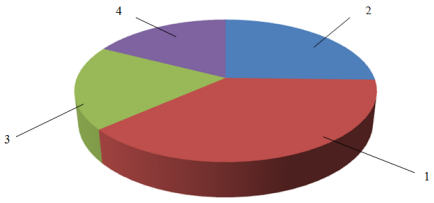


Рисунок 1 – Основные критерии выбора шоколадных конфет
1 – уникальность и оригинальный дизайн упаковок; 2 – известность торговой марки; 3 – качество конфет; 4 – цена

Из приведенной диаграммы видно, что значительное количество потребителей делает свой выбор, основываясь на оригинальном дизайне упаковки. Это свидетельствует о том, что выбор конфет осуществляется в «активном режиме» или режиме «поиска разнообразия» [2]. Это говорит о том, что покупатель воспринимает маркетинговую информацию, сопровождающую продукт на рынке. Кроме того, потребители, в первую ориентирующиеся на уникальность дизайна упаковки, способны значительно чаще менять свои предпочтения, выбирая другие торговые марки. Все это говорит о том, что упаковка способна играть самостоятельную роль в продвижении и рекламировании продукта в местах продаж.

Классическим примером упаковки, активно работающей в местах продаж, является упаковка шоколада «Alpen Gold», которая представлена на рис. 2. В качестве конструкции этой упаковки была выбрана прямоугольная картонная коробка с вертикально открывающейся крышкой.

Дизайн данной упаковки ориентирован на молодых людей или людей среднего возраста со средним доходом. В оформлении коробки прослеживается образ подарочной коробки. Это создается за счет использования различных лент ярких цветов, которыми будто перевязана коробка [3]. В центре изображена бирка с торговой маркой и названием конфет. Разнообразие содержимого коробки подчеркивается за счет четкого деления коробки цветом на 4 части и изображения в них различных видов конфет [4].

Таким образом, за счет яркого современного дизайна, выделяющегося на фоне других торговых марок, конфеты успешно конкурируют в своем сегменте рынка.

**Рисунок 2 – Набор шоколадных конфет «Композиция»
и конструкция картонной коробки**

Следующим примером может являться упаковка шоколадные конфет «Комильфо» торговая марка «Nestle». Данный продукт выпускается компанией «Русская кондитерская фабрика» (РКФ) и продается в сегменте продукции «премиум» класса (рис.3).

Дизайн данной упаковки, призван подчеркнуть статус человека, которому адресованы данные конфеты. В дизайне упаковке используются нежные цвета, плавные линии. Легкий и воздушный образ девушки подчеркивает спокойствие, женственность и нежность. Также делается акцент на форме самих конфет. На лицевой стороне коробки показана их воздушная структура и необычная форма.

**Рисунок 3 – Набор шоколадных конфет «Комильфо»
и конструкция картонной коробки**

Элегантность стиля «ретро», в котором выполнен дизайн упаковки, выгодно выделяет данную марку среди представителей сегмента «премиум» класса, для которых характерны более яркие тона [5]. В результате создается трогательный ностальгический образ, что придает подарку дополнительное очарование.

Другим, уже классическим примером продукции «премиум» класса является коробка конфет компании Ferrero. Благодаря высокому качеству самих конфет и оригинальному дизайну они в короткие сроки получили большую популярность в России [6]. Шоколадный набор и конструкция картонной коробки «Ferrero Rocher» представлены на рис. 4.

Рисунок 4 – Набор шоколадных конфет «Ferrero Rocher» и конструкция картонной коробки

Дизайн данной упаковки ориентирован на людей с высоким доходом, и это подчеркнуто как в самой конструкции упаковки, так и в используемых цветах. В качестве обертки самих конфет используется золотая фольга, которая создает ассоциацию с золотом, богатством и роскошью [7]. Все это позволяет воспринимать такой подарок как очень ценный. Благодаря прозрачной верхней части коробки продукт видно со всех сторон, и создается максимальный визуальный контакт потребителя с продуктом, который он приобретает.

Следующим примером может являться упаковка шоколадных конфет «Mercі», представленная на рис. 5.

Рисунок 5 – Набор шоколадных конфет «Mercі»

Появившись в Германии в 1965 году, бренд «Mercі» сразу стал популярен благодаря сочетанию оригинального дизайна упаковки и своего названия. Само название торговой марки «Mercі» переводится как благодарность или спасибо, а в сочетании с формой упаковки в виде сердца становится уже не просто коробкой конфет, идущей в дополнение к основному подарку, а самостоятельным подарком [8].

Форма сердца очень символична, и это очень важно для покупателя, который собирается с помощью данного подарка выразить свои чувства. Это должно сыграть решающую роль при выборе покупки.

В упаковке используются красный и золотой цвета, что ассоциируется с любовью и уважением. Верхняя часть упаковки меняется в зависимости от сезонных праздников, а в нижней части располагается смотровое окно, которое позволяет покупателю увидеть содержимое [9]. Данный прием в изготовлении упаковки достаточно часто используют для визуализации продукта, так как большинство товаров сегодня реализуется через систему самообслуживания, которую используют современные торговые точки. Данная упаковка сочетает в себе оригинальную конструкцию, обладает большим информационным полем, показывая при этом сами конфеты. Таким образом, упаковки такого типа все больше

принимают на себя функции классического продавца, одновременно представляя товар и убеждая покупателя в необходимости его приобретения.

Кроме того, большинство производителей продовольственного рынка отмечают, что упаковка позволяет реализовывать товар с большей долей прибыли, ничего не меняя в технологии производства. Например, повышение себестоимости товара на 20–30 % за счет качества упаковки способно перевести продукт в более высокий ценовой сегмент. В то время как дешевая упаковка сразу переводит дорогой продукт к более низкому ценовому сегменту. Поэтому современная технология продаж, включающая в себя грамотное оформление продукта, сегодня все чаще используется для повышения эффективности работы предприятий.

Таким образом, на примере наиболее оригинальных коробок шоколадных конфет видно, что удачно решенный дизайн упаковки, создающий привлекательный и уникальный образ и повышающий их презентабельность, способен играть самостоятельную роль в продвижении и рекламировании этого продукта в местах продаж.

Список литературы

1. Режим доступа: http://www.foodmarket.spb.ru/archive.php?year=2018&article=2129&section=2.

2. Режим доступа http://abrikosov-sons.ru/obzor_rossiyskogo_rynka.

3. Чапман, К. Теория цвета для дизайнеров, часть 1: Значение цвета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://medium.com, свободный.

4. Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/714691.

5. Режим доступа: http://company.unipack.ru/20303/.

6. Режим доступа: http://portalka.com/index.php/entsiklopediya-brendov/история-бренда-ferrero .

7. Чихольд, Я. Новая типографика. Руководство для современного дизайнера / Я. Чихольд. – М. : Студии Артемия Лебедева, 2010. – 153 с.

8. Режим доступа: http://www.syl.ru/article/186732/new_konfetyi-mersi-sostav-vidyi-otzyivyi.

9. Стефанов, С. К. Полиграфия от А до Я: энциклопедия / С. К. Стефанов, Ю. С. Стефанова. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 560 с.

10. Режим доступа http://www.advertology.ru/index.php?name=News&file=categories&catid=19.

УДК 664.834

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА СУШКИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ

Е. В. Митрофанова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Черноплодная рябина растет в виде кустарника высотой от 3 до 4 метров. Ствол растения может достигать 2,5 до 3 метров в диаметре. Ягоды рябины размером с горошины, сочные, кисло-сладкие на вкус. Урожай можно собирать в конце августа, а лучше после первых морозов. Черная смородина, как правило, растет в лесах, по берегу реки и болота.

В составе ягод черноплодной рябины изобилие минеральных соединений: йод, железо, марганец, фтор, медь, молибден, бор, кальций. В состав черноплодной рябины входят натуральные сахара (глюкоза, сахароза, фруктоза), пектиновые и дубильные вещества, яблочная, фолиевая кислота, а также содержится очень большое количество витаминов: аскорбиновая кислота (витамин С) содержится больше всего в момент, когда ягода полностью созреет, через 1–2 недели витамин на 70 % расщепляется [1]. Горсть ягод в период зрелости заменяет суточную норму витамина С, цитрин (витамин Р), витамины А (бета-каротин), никотиновая кислота (витамин B_3, или РР), витамины Е, B_1, B_2, B_6, С. Также ягода черной смородины в большом количестве содержит дубильные и красящие вещества. Дубильные вещества играют оду из важных ролей в процессе виноделия, они повышают прочность при хранении и способствуют осветлению. Калорийность черноплодной рябины составляет 55 ккал. Энергетическая ценность: белки 1,5 г, жиры 0,2, углеводы 10,9.

При сборе урожая черноплодной рябины его срезают ножницами, не отрывая ягоды с их мест, так они будут дольше храниться [5]. Плоды черноплодной рябины можно использовать для всевозможных компотов, варенья и т. д., также их используют в косметических целях для масок, кремов и т. д. Ягоды черной смородины позволяют восстановить работу многих органов. Черноплодная рябина – сезонный товар. Для круглогодичного использования их подвергают сушке (обезвоживанию) [2].

Существует множество методов и установок сушки: кондуктивный, конвективный, акустический, микроволновой, инфракрасный, сублимированный, вакуумный и т. д. При выборе способа сушки главным критерием является возможность сохранить как можно больше полезных веществ в продукте.

Принцип работы кондуктивной сушки обусловливается высоким коэффициентом теплопередачи между нагретой поверхностью и электропередачей, благодаря этому продукт быстро обезвоживается. Применяется для обезвоживания разнообразных фруктовых и овощных пюреобразных продуктов и др.

Конвективный способ: в качестве сушильного агента используют нагретый воздух, топочные газы или перегретый пар. Сушильный агент передает материалу теплоту, под действием которой из материала удаляется влага в виде пара, поступающая в окружающую среду. Таким образом, сушильный агент при конвективной сушке является теплоносителем и влагопоглотителем [3]. Сушке этим способом подвергают кусковые и зерновые материалы.

Сублимация, или лиофилизация, – это продукт, из которого извлечена влага. Сушки подвергают лишь свежие ягоды, так как поврежденные ягоды разрушатся в процессе первого этапа. Сублимация ягод и фруктов: полностью удаляется вода, но перед этим плоды в режиме шока замораживают. При резкой заморозке внутриклеточная жидкость превращается в мельчайшие кристаллы и не разрывает мембраны клеток. При обычной заморозке жидкость расширяется и нарушает целостность пространства, в котором заключена [4]. Сублимированный – это продукт, освобожденный от воды, но сохранивший свои полезные вещества и свойства. Этот способ сушки является наиболее эффективным, так как он не только увеличивает сроки годности продукта, но и сохраняет его внешний вид, форму и вкус. Если продукт сублимации опустить в воду, то через 10 минут продукт впитает в себя влагу и будет сочным. Сублимированные продукты сразу же после получения должны быть герметично

упакованы. Упаковка должна быть полностью изолирована от света и действия воздуха, предотвратить от повреждений. При хранении изделий должно быть соблюдено товарное соседство. Наиболее перспективным будет использование тары из полимерных материалов.

Акустическая сушка: сушка происходит при высоких звуковых колебаниях. Сушку этим способом используют для сушки овощей, фруктов и т. д.

Микроволновая сушка: заключается в том, что удаление влаги из продукта происходит под действием электромагнитного поля. С помощью СВЧ влага в продукте закипает и под давлением, которое создается в продукте, выталкивается и с помощью вентилятора удаляется.

Изделия, подвергшиеся сушке, дают нам как потребителям большое преимущество, так как они могут использоваться круглый год, при всем этом они сохраняют достаточно большое количество витаминов, не требуют при хранении большого количества места, так как при сушке теряют в весе. Также сублимационные продукты легки в использовании, их не надо очищать от попадания посторонних предметов в продукт, тем самым увеличивается производительность работы.

Нами было изучено использование ягод черной смородины при приготовлении различных десертов и выпечки, например пудингов, коврижек, шарлотки и т. д. Также сок черноплодной рябины используют в качестве красителя. Отличием нашей работы является то, что мы использовали продукты переработки ягод черноплодной рябины.

Изделия для контрольного образца готовились бездрожжевые, рецептура представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Рецептура «Галеты»

Наименование сырья	**Расход сырья на 100 кг муки, кг.**
Мука пшеничная хлебопекарная, в/с	100
Сахар	0,6
Соль	1,5
Вода	По расчету

После того как изделия выпеклись и остыли, провели органолептическую оценку и выявили, что при внесении 5 % мезги у изделий ярче выражены вкусовые свойства, также «Галета» имеет более яркую поверхность, чем при 3%-ном соотношении.

Список литературы

1. Бакин, И. А. Изучение технологических аспектов использования нетрадиционного сырья в производстве булочных изделий / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, А. Ю. Колбина // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 12. – С. 128–134.

2. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий / И. А. Бакин [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45, № 2. – С. 5–12.

3. Мустафина, А. С. Маркетинговое исследование рынка продуктов, содержащих экстракты и концентраты плодово-ягодного сырья / А. С. Мустафина, И. А. Бакин // Ползуновский вестник, 2013. – № 12-2. – С. 132.

4. Смирнов, М. А. Разработка способа обеззараживания растительного сырья во взвешенном слое / М. А. Смирнов, И. А. Бакин // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 4. – С. 36–39.

5. Сибиль, А. В. Разработка технологий смесей для полуфабрикатов мучных изделий / А. В. Сибиль, И. Ю. Резниченко, И. А. Бакин // Ползуновский вестник. – 2012. –№ 2/2. – С. 153–157.

УДК 664.8

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Д. С. Моисеев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В связи с неблагоприятной экологической обстановкой в ряде регионов России большое значение имеет проблема сбалансированного питания и связанные с этим продолжительность жизни и здоровье людей. Одним из путей решения задачи коррекции структуры питания является создание комбинированных продуктов общего и специального назначения с использованием биологически активных веществ, имеющихся в плодово-ягодном сырье [1].

Общеизвестно, что свежие плоды и ягоды обладают целым спектром ценных микронутриентов – витаминов, микро- и макроэлементов, органических кислот, сахаров, ферментов и т. д. Те или иные культуры характеризуются своим воздействием на функции организма человека в зависимости от химического состава, который зависит от сорта и условий произрастания растения. В свежих плодах и ягодах содержится относительно большое количество влаги, составляющее, как правило, 75–95 %. Химический состав различных плодов и ягод приведен в табл. 1 [2].

Таблица 1 – Химический состав плодов и ягод

Продукт	Несъедобная часть, %	Вода, %	Белки, %	Углеводы, %	Кислоты, %	Энергетическая ценность 100 г продукта, ккал
Земляника	10	84,5	1,8	8,1	1,3	41
Клюква	2	89,5	0,5	4,8	3,0	2,8
Крыжовник	5	85,0	0,7	9,9	1,9	44
Малина	12	87,0	0,8	9,0	1,7	41
Рябина черноплодная	10	80,5	1,5	12,0	0,6	54
Смородина красная	8	85,0	0,6	8,0	3,6	38
Смородина черная	3	85,0	1,0	8,0	2,3	40

Из данных, представленных в табл. 1, следует, что большая часть сухих веществ ягод состоит из углеводов, которые включают в себя сахарозу, фруктозу, глюкозу, целлюлозу и крахмал. Сахара, присутствующие в плодах и ягодах, благоприятно сказываются на сроках хранения продукта и на его органолептических характеристиках. Наиболее явно на вкус ягод влияет фруктоза, за ней следует сахароза и далее – глюкоза. Концентрация сахаров в плодах и ягодах составляет от 5 до 12 % в зависимости от культуры и сорта.

На рис. 1 приведены графики содержания сахаров в плодово-ягодном сырье [3].

Кроме сахаров на вкус плодов и ягод также оказывают влияние органические кислоты. Они представлены в основном яблочной, винной, лимонной, бензойной, салициловой, щавелевой и другими кислотами. Данный компонент локализован по отдельным тканям плодов и ягод. Наибольшая их концентрация наблюдается в плодовой мякоти. Достаточно большая часть органических кислот обладает фитонцидными свойствами. Органические кислоты при попадании в организм способствуют улучшению

кровообращения и двигательной активности кишечника, а также очищению организма от токсинов. Наряду с сахарами органические кислоты также способствуют лучшей сохранности продукта. Повышенное содержание органических кислот наблюдается в таких ягодах, как жимолость (3,4 г/100 г), лимонник (12,7 г/100 г) и брусника (2,4 г/100 г).

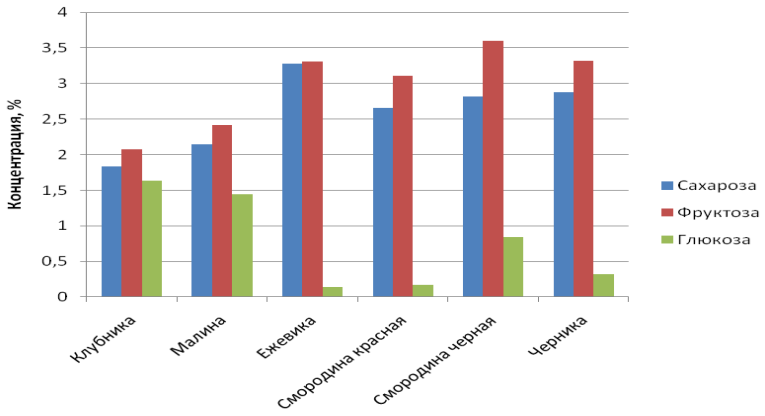


Рисунок 1 – Содержание сахаров в плодах и ягодах

Витамины, присутствующие в плодово-ягодном сырье, являются важнейшими биологически-активными компонентами, жизненно необходимыми для человека. В качестве примера в табл. 2 приведено содержание витаминов в плодах аронии черноплодной [4].

Таблица 2 – Содержание витаминов в плодах аронии черноплодной (сорт Черноокая)

Наименование витамина	Содержание
Витамин С (аскорбиновая кислота), мг/100 г	20,83
Витамин B_1 (тиамин) мг/100 г	0,006
Витамин B_2 (рибофлавин), мг/100 г	0,011
Витамин B_6 (пиридоксин), мг/100 г	0,034
Витамин B_9 (фолиевая кислота), мкг/100 г	1,4
Витамин РР (ниацин), мг/100 г	1,67

Витамин С (аскорбиновая кислота), присутствующий в плодах и ягодах, способствует укреплению иммунитета организма, повышению общей работоспособности, ускорению регенерации поврежденных тканей. Витамин B_1 (тиамин) участвует в регулировании обмена веществ: белков, жиров, углеводов, микро- и макроэлементов. Витамин B_2 (рибофлавин) регулирует функции центральной нервной системы, стимулирует образование эритроцитов. Витамин B_6 (пиридоксин) принимает участие в белковом и жировом обмене, способствует лучшей усвояемости ненасыщенных жирных кислот. Витамин B_9 (фолиевая кислота) стимулирует процессы кроветворения, снижает влияние неблагоприятных экологических факторов на организм. Витамин РР (ниацин) снижает уровень глюкозы и холестерина в крови, нормализует водно-солевой обмен, способствует понижению кровяного давления, а также улучшает работу поджелудочной железы [4].

В плодах и ягодах присутствуют также ферменты, которые являются катализаторами всех жизненных процессов, они ускоряют синтез и распад веществ. Среди наиболее значимых ферментов в плодах и ягодах можно отметить липазу, фосфолипазу, пероксидазу, фенолоксидазу и др. Плодово-ягодное сырье обладает большим количеством минеральных веществ – биологически важных компонентов, влияющих на здоровье человека. В табл. 3 приведены данные работы [5] по содержанию минеральных веществ в плодах и ягодах Сибири.

Таблица 3 – Минеральный состав плодов и ягод

Минеральные вещества, мг %	Брусника	Смородина красная	Клубника	Земляника	Шиповник
Натрий	7,0	21,0	6,0	6,0	5,0
Калий	73,0	275,0	147,0	61,0	23,0
Кальций	40,0	36,0	41,0	22,0	26,0
Магний	7,0	35,0	19,0	16,0	8,0
Фосфор	16,0	33,0	28,0	23,0	8,0
Железо	0,4	1,3	0,7	0,7	11,5

Высокая биологическая ценность плодов и ягод обусловливает их широкое распространение в пищевой индустрии. Особую роль играет технология производства быстрозамороженных плодово-ягодных и комбинированных продуктов повышенной пищевой ценности с большим содержанием биологически активных веществ, которые обладают радиопротекторными и защитными свойствами. В работе [6] предлагается способ замораживания плодов и ягод при температуре −30 °С с целью их дальнейшего измельчения и круглогодичного потребления в лечебно-профилактических целях. В работе [7] описываются процессы предварительной заморозки ягод с последующей сублимационной сушкой перед приготовлением из них продукта функционального назначения.

Таким образом, на основании анализа литературных данных была рассмотрена актуальность применения технологий низкотемпературной обработки и хранения плодово-ягодного сырья при производстве продуктов повышенной пищевой ценности.

Список литературы

1. Комарова, Н. А. Исследование и разработка технологии мороженого с использованием продуктов переработки дикорастущих и культивируемых ягод Сибири : дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Комарова Наталья Алексеевна. – Кемерово, 2002. – 174 с.

2. Масленникова, Г. А. Разработка технологии низкотемпературного вакуумного обезвоживания ягодного сырья : дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Масленникова Галина Александровна. – Кемерово, 2013. – 148 с.

3. Расщепкин, А. Н. Теоретическое обоснование и практическая реализация низкотемпературных технологий в производстве сухих плодов и ягод : дис. … д-ра техн. наук : 05.18.04 / Расщепкин Александр Николаевич. – Кемерово, 2016. – 380 с.

4. Блинников, О. М. Витаминная ценность плодов аронии черноплодной / О. М. Блинникова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2. – С. 56–59.

5. Кулик, Т. Н. Заготовка дикорастущих плодов и ягод / Т. Н. Кулик, Т. А. Зайцева. – Кемерово : Кемеровское книжное издательство, 1981. – 104 с.

6. Гусейнова, Б. М. Технологические и биохимические аспекты производства протертых смесей из замороженных плодов и ягод : дис. … канд. с-х. наук : 05.18.01 / Гусейнова Батуч Мухтаровна. – Махачкала, 2005. – 173 с.

7. Разработка рецептуры киселя функционального назначения с использованием местного ягодного сырья / И. П. Щетилина [и др.] // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 2. – С. 38–41.

УДК 664:621.9

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ПРИ САХАРОПРОИЗВОДСТВЕ

Т. Г. Морозова
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Производство сахара в России организовано сложным технологическим комплексом, включающим в себя экстрагирование сахаров из изрезанных корнеплодов сахарной свеклы.

Свеклосахарное производство относительно процесса экстракции сахаров из сырья можно при этом охарактеризовать двумя целями:

1. Наибольшее извлечение сахаров из измельченного плода – главная цель.
2. Наименьшее количество несахаров, извлекаемых параллельной экстракцией и смешиванием – второстепенная цель.

Автором решалась задача экспериментального уточнения интервала значений толщины свекловичной стружки, позволяющих качественно и полно извлечь из материала сахара при наименьшем содержании несахаров.

Оценка литературных источников [1–3] показала, что теоретически величина толщины стружки рекомендована в интервале 0,5–1,0 мм. При этом со стороны производителя пищевых и биотехнологических производств отмечен диапазон толщины 4–6 мм. В качестве ориентировочного значения взята величина 4 мм путем определения средней величины по максимальным значениям из рекомендованных интервалов. Температура проведения эксперимента при экстрагировании установлена в 75 °С.

Алгоритм эксперимента [4] включал в себя лабораторную имитацию процедуры изрезывания плодов сахарной свеклы в стружку различной толщины, осуществления экстракции (диффузии) при различных технологических условиях, определение параметров сахаросодержания на основе высокоэффективных процедур и оборудования статистического непрерывного контроля качества нештучной жидкой продукции.

Изрезывание [5] в стружку осуществляется с заданной толщиной для каждой части, причем захватываются все элементы плода по вертикали.

Также были приняты следующие технологические допущения, приемы и условности:

– масса плода, направляемого на измельчения 100 г, количество стружки при этом будет обратно пропорционально величине ее толщины;

– обеспечивается преддиффузионное ошпаривание свекловичной стружки при температуре 100 °С, теплоагент – вода;

– для предотвращения изменений физико-химической природы вследствие влияния на сахара длительности экстракции и высоких температур применяется внесение дополнительного реагента – лимонной кислоты;

– экстракция (диффузия) осуществлялась в специализированных устройствах, обеспечивающих герметичность и тепловую изоляцию, позволяющих производить многократные смещения системы «стружка – экстрагирующий раствор» для эффективного взаимодействия;

– процедуры проботбора [6, 7] и последующих статистических измерений [13] проводились в соответствии с подходами непрерывного автоматизированного статистического контроля качества непрерывных сред [14–18];

– для процедур нагревания, измельчения, отбора проб [8–12] и сахарометрии применяется автоматизированное оборудование.

Эксперимент был организован на кафедре «Технологические системы пищевых, полиграфических и упаковочных производств» в Тульском государственном университете в период с 23.10.2017 г. по 14.11.2017 г. на базе лаборатории средств и методов технохимического контроля продукции и сырья пищевых и перерабатывающих производств [19].

Определялась величина сахара (%) в диффузионном растворе для различных значений толщины стружки из плодов сахарной свеклы при нескольких величинах толщин. Эксперимент

проводился для различных интервалов времени экстракции, нормированных тремя вариантами. Общие результаты и графические отображения представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1 – Содержание сахара в зависимости от длительности процесса экстракции (абсолютное значение, % / отклонение от первого, %)

Толщина, мм	Время экстракции, ч.		
	0,5	**0,75**	**1**
0,50	25,72	21,64	23,54
	0 – первое	−15,86	−8,48
0,75	22,89	25,94	26,64
	0 – первое	13,32	16,38
1,00	20,28	20,34	30,65
	0 – первое	0,30	51,13
1,25	16,68	20,11	20,98
	0 – первое	20,56	25,78

За первые величины содержания сахара взяты величины первого экспериментального измерения, отклонение от которых равны 0.

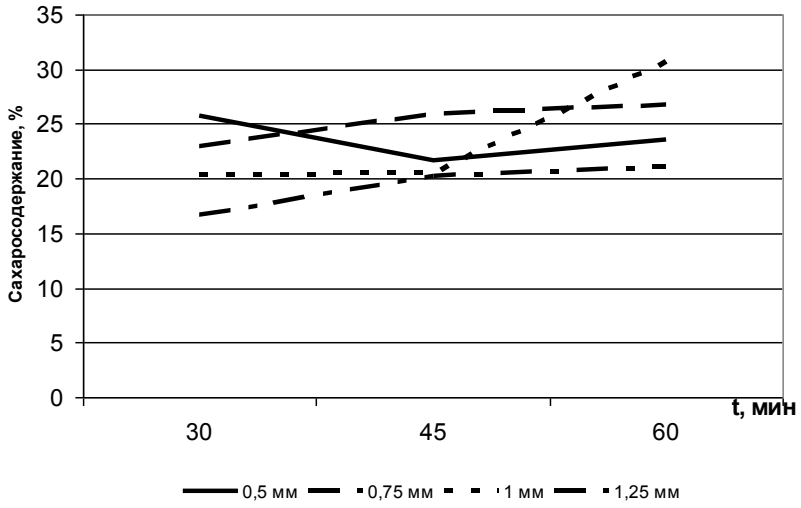


Рисунок 1 – Содержание сахара в диффузионном растворе для различных толщин в зависимости от длительности процесса диффузии

Аналитическая оценка, проведенная по представленным результатам, позволяет сделать вывод, что чем длительнее процедура экстракции, тем большее количество сахаров переходит в растворитель. В общей усредненной сложности на каждый интервал времени приходится прирост определяемых параметров на величины 4,58 и 21,20 %. Таким образом, экспериментально подтверждено, что длительность процесса прямо пропорциональна эффективности сахароотдачи. Также отмечено, что для больших величин толщины стружки динамика сахароотдачи выше для такой достаточно длительной процедуры экстракции. Это объясняется тем, что диффузия растворителя в толщу и вымывание сахара происходит долго, и для более толстой стружки эффективность экстракции сохраняется в силу охвата все больших объемов материала. Для толщин меньших геометрических параметров вымывание сахара уже достаточно в короткий временной период и в дальнейшем не дает более весомой прибавки к результату.

Дополнительно рассмотрено итоговое содержание сахара (%) в диффузионном растворе от толщины стружки для различной длительности. Общие усредненные результаты и графические отображения представлены в табл. 2 и на рис. 2.

Таблица 2 – Содержание сахара в зависимости от толщины стружки (абсолютное значение, % / отклонение от первого, %)

Длительность диффузии, ч	Толщина стружки, мм			
	0,50	**0,75**	**1,00**	**1,25**
0,5	25,72	22,89	20,74	16,68
	0 – первое	−11,00	−19,39	−35,15
0,75	14,98	16,61	13,93	12,36
	0 – первое	+10,88	−7,68	−17,49
1	23,54	26,64	30,66	20,98
	0 – первое	+13,17	+30,25	−10,88

За первые величины содержания сахара взяты величины первого экспериментального измерения, отклонение от которых равны 0.

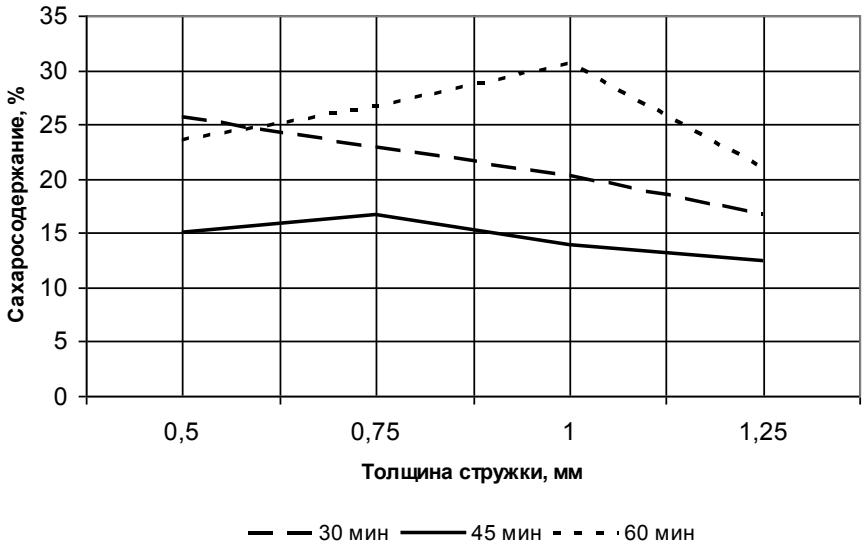


Рисунок 2 – Содержание сахара в диффузионном растворе для различных длительностей эксперимента в зависимости от толщины стружки

Значения содержания сахара в диффузионном растворе, представленные в табл. 2, имеют переменный динамический характер. В усредненных значениях каждая следующая толщина отмечается величинами: прирост 6,25 %, прирост 1,07 %, снижение 21,17 %. Общая картина подтверждает логический вывод о том, что при увеличении толщины стружки происходит снижение количества экстрагировавшегося сахара на одну и ту же величину объема материала. Таким образом, более производительным процесс экстракции сахаров из биоматериала происходит при его большем измельчении на более мелки части, с меньшим размером стружки.

Отмечен некоторый рост количества экстрагированного сахара при переходе величины толщины от 0,5 до 1 мм, что может указывать на теоретическую равнозначность этих величин для сахароотдачи. В дальнейшем изменение этой величины характеризуется неравнозначностью.

Также видно, что при длительности экстракции в 0,5 ч отмечается монотонное снижение сахароотдачи на всем растущем временном интервале. Для значений в 0,75 и 1 ч отмечено возрастание и убывание кривой сахароотдачи (в общем итоге, усредненно – убывание).

Общий анализ табл. 1 и 2 показывает эффективный процесс перехода сахара их стружки в экстрагирующую жидкость при меньшей толщине и большей длительности экстракции [20]. Однако разность в значениях для последовательных итераций в среднем является допустимой статистической погрешностью. Это подтверждает, что различия в толщинах от 0,5 мм и более являются незначительными, которыми, в общем, можно пренебречь. В среднем из значений геометрических параметров объектов экстракции – стружки наиболее употребима толщина 1 мм.

Однако реальная технология, в частности, реализуемая соответствующим технологическим комплексом резания [21], характеризуется сложностью технологического воплощения столь малых величин толщин сахарной свеклы в силу высокой степени брака и снижения производительности. Автором рекомендуется наиболее приемлемая величина в 4 мм.

Список литературы

1. Морозов, В. Б. Анализ технологической операции измельчения в свеклосахарном производстве / В. Б. Морозов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. – № 6-1. – С. 214–220.

2. Морозов, В. Б. Аналитико-экспериментальное определение оптимальной величины толщины свекловичной стружки в сахарном производстве / В. Б. Морозов // Сборник научных статей VII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК» в рамках XIX Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал» – 2012. – Ставрополь : Агрус, 2012. – С. 211–215.

3. Морозов, В. Б. Исследование процесса измельчения сырья пищевых и перерабатывающих производств в стружку с разработкой инновационных подходов и средств для их реализации / В. Б. Морозов // Сборник научных статей VII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК» в рамках XIX Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал» – 2012. – Ставрополь : Агрус, 2012. – С. 215–222.

4. Морозов, В. Б. Экспериментальная оценка функциональных параметров процесса смешения разноагрегатных сред / В. Б. Морозов, Т. Г. Морозова // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2015. – № 7-2. – С. 99–106.

5. Морозова, Т. Г. Вариация способа измельчения плодов свеклы в сахарном производстве / Т. Г. Морозова // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений : материалы VI Международной научно-технической конференции. – Воронеж : ВГУИТ, 2017. – С. 844–849.

6. Горелов, А. С. Структурирование в технологической системе отбора и подготовки проб продукции и сырья пищевой и перерабатывающей промышленности / А. С. Горелов, В. Б. Морозов, П. В. Сапронов // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2012. – № 2. – С. 345–355.

7. Горелов, А. С. Теоретические основы синтеза структур автоматизированных систем отбора и подготовки проб нештучной продукции / А. С. Горелов, В. В. Прейс, В. Б. Сосков // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2008. – № 1. – С. 234–249.

8. Патент 2224990 Российская Федерация, МПК 7 G 01 N 1/10. Устройство для отбора проб жидких сред из трубопровода / Пересторонин П. В. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Тульский государственный университет. – № 2002113842 ; заявл. 27.05.02 ; опубл. 27.02.04, Бюл. № 6. – 7 с.

9. Патент 55132 Российская Федерация, МПК 7 G 01 N 1/10. Пробоотборник жидкости из трубопровода / Горелов А. С., Прейс В. В., Сосков В. Б. ; заявитель и патентообладатель Тульский государственный университет. – № 2006106949 ; заявл. 06.03.06 ; опубл. 27.07.06, Бюл. № 21. – 1 с.

10. Патент 55135 Российская Федерация, МПК 7 G 01 N 1/20. Устройство сокращения сыпучих проб / Горелов А. С., Прейс В.В. Сосков В. Б. ; заявитель и патентообладатель

Тульский государственный университет. – № 2006106952 ; заявл. 06.03.06 ; опубл. 27.07.06, Бюл. № 21. – 1 с.

11. Патент 56616 Российская Федерация, МПК 7 G 01 N 1/10. Устройство отбора проб из открытого потока жидкости / Сосков В. Б., Горелов А. С., Прейс В. В. ; заявитель и патентообладатель Тульский государственный университет. – № 2006112977 ; заявл. 19.04.06 ; опубл. 10.09.06, Бюл. № 25. – 1 с.

12. Патент 97989 Российская Федерация, МПК B67C. Устройство для дозирования жидкости / Прейс В. В., Морозов В. Б., Лисицын С. А. ; заявитель и патентообладатель Тульский государственный университет. – № 2010119933 ; заявл. 19.05.2010 ; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 27. – 2 с.

13. Автоматизация статистического контроля качества пищевой продукции в массовых производствах / А. С. Горелов [и др.] ; под науч. ред. В. В. Прейса. – Тула : ТулГУ, 2011. – 140 с.

14. Горелов, А. С. Принципы построения интегрированной системы автоматизированного статистического контроля качества машиностроительной продукции / А. С. Горелов, В. В. Прейс, В. Б. Сосков // СТИН. – 2007. – № 12. – С. 2–5.

15. Морозов, В. Б. Методологическое и техническое обеспечение процесса получения репрезентативных проб / В. Б. Морозов, Т. Г. Морозова // Известия ТулГУ. Технические науки. 2015. – № 7-2. – С. 14–21.

16. Сосков, В. Б. Представительность процесса пробоотбора нештучной продукции / В. Б. Сосков // Автоматизация и современные технологии. – 2005. – № 7. – С. 36–37.

17. Сосков, В. Б. Принцип совмещения операций в новом устройстве отбора проб жидкостей / В. Б. Сосков // Вестник машиностроения. – 2004. – № 8. – С. 84–85.

18. Gorelov, A. S. Design principles for integrated automated statistical quality-control systems in manufacturing / A. S. Gorelov, V. V. Preis, V. B. Morozov // Russian Engineering Research. – 2008. – Т. 28, № 3. – С. 251–254.

19. Морозов, В. Б. Экспериментальная оценка варьируемых геометрических размеров свекловичной стружки в технологических системах процессов сахарного производства / В. Б. Морозов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2012. – Вып. 10. – С. 150–159.

20. Саввина, Е. А. Экспериментально-расчетное обоснование геометрических параметров резания корнеплодов / Е. А. Саввина, В. Б. Морозов, Т. Г. Морозова // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. – № 4 (17). – С. 20–27.

21. Морозов, В. Б. Анализ эффективности реализации в конструкции измельчительного оборудования экспериментальных параметров функционирования / В. Б. Морозов, Т. Г. Морозова // Известия ТулГУ. Технические науки. 2017. – № 3. – С. 99–107.

УДК 69.035.4:622.253.3

ОБЗОР СПОСОБОВ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТА

Ф. Н. Мороко
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Замораживание грунтов – искусственное охлаждение грунтов в естественном залегании до отрицательных температур с целью их стабилизации и достижения водонепроницаемости. Замораживание грунтов используется для создания временной прочной водонепроницаемой преграды, не дающей доступ воде или плывунным грунтам в выработку, при производстве работ по строительству подземных сооружений в водоносных грунтах. Широко распространены эти способы при строительстве шахт, туннелей, станций метрополитена, подземных камер, фундаментов, мостов, перемычек и др. сооружений [1].

Предметом исследования этой статьи являются различные технологии заморозки грунта. Главным фактором для выбора технологии может являться стабильность грунта и уровень грунтовых вод. В мире чаще всего используют искусственную заморозку грунта.

Искусственная заморозка имеет несколько способов проведения данных работ. Существуют два практических способа, используемые в мире уже давно [2, 3]. Способы заморозки делятся на:

– замораживание грунта рассольным способом;
– низкотемпературное замораживание грунта с использованием жидкого азота;
– замораживание грунта с применением твердых криоагентов в подземном строительстве.

Каждый способ имеет уникальную технологию. Предназначение каждого из данных способов различно. Эти способы имеют как достоинства, так и недостатки.

В технологии замораживания грунта рассольным способом (рис. 1) используют для заморозки хладоноситель. В качестве хладоносителя используют охлажденный водный раствор хлористого кальция (рассол). Данный хладоноситель обладает свойством находиться в жидком состоянии даже при отрицательных температурах. Эвтектическая температура раствора хлористого кальция составляет −55 °С при концентрации около 30 % по массе [1]. Также в качестве хладоносителя используют тосол, который обладает схожими свойствами и менее коррозионно-активный.

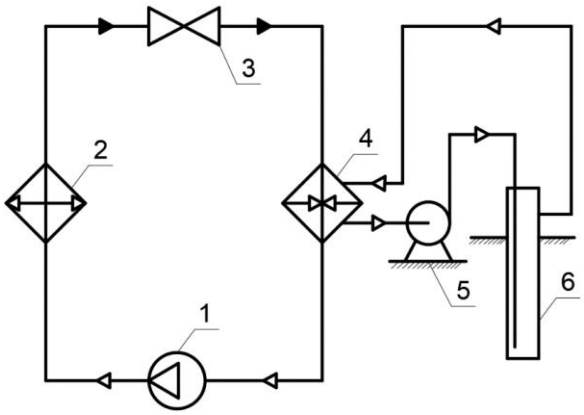


**Рисунок 1 – Установка для замораживания грунта рассольным методом:
1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – дроссельное устройство; 4 – теплообменный аппарат; 5 – рассольный насос; 6 – замораживающая колонка**

Для данного способа заморозки вырывается скважина глубиной 2–5 м водоупорного грунта, в которую вставляется замораживающая колонка. Эту колонку по специальной системе соединяют с питающими трубами, по которым течет хладоноситель.

Хладоноситель охлаждается на замораживающей станции. Охлаждает хладоноситель холодильная система, предназначенная для его охлаждения. Циркуляция хладоносителя по системе осуществляется при помощи насоса. После охлаждения хладоноситель попадает в колонки, которые охлаждают грунт путем теплообмена.

Преимуществом этого способа являются: возможности проводить работы в водоносных грунтах любого характера; после завершения работ грунт возвращается в первоначальное состояние без каких-либо изменений.

Недостатками являются: длительный период заморозки; во время работ возможно пучение грунта.

Другой метод – это низкотемпературное замораживание с использованием жидкого азота (рис. 2). В данной технологии используется другой хладагент (жидкий азот), причем его температура испарения −182,98 °С [1].

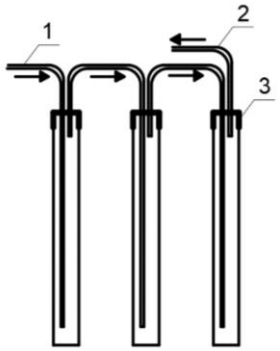


Рисунок 2 – Схема низкотемпературного азотного замораживания: 1 – подводящая труба; 2 – труба для отвода испарившегося азота; 3 – стальной оголовок замораживающей колонки

Этот способ простой, но при этом похож на рассольный. В нем жидкий азот поступает на площадку в цистернах, после чего подключают к замораживающим колонкам. Жидкий азот попадает в поступательную трубу. После прохода через питательную трубу жидкий азот испаряется, поступая в питающую трубу соседней колонки. Дойдя до последней колонки и совершив процесс заморозки, жидкий азот выпускается в атмосферу в виде испарений.

Достоинством этого метода является: взрыво- и пожаробезопасность азота; не требуется наличие громоздких замораживающих станций [2].

К недостаткам можно отнести: пучение грунта, малую скорость замораживания грунта; сложные подготовительные работы, очень высокую стоимость проведения работ.

Способ замораживания грунтов с применением твердых криоагентов (рис. 3). Любое вещество, обладающее свойством сублимации [2], подходит для данного метода. Но с точки зрения технологии их получения, дефицитности, безопасности, стоимости более подходит диоксид углерода, так называемый «сухой лед».

Как и в других способах, вырываются скважины, в которые устанавливаются замораживающие колонки с питающей трубой. Колонки подсоединены к резервуару, в котором находятся жидкий хладоноситель и твердый криоагент. В результате взаимодействия жидкого хладоносителя с твердым криоагентом происходит сублимация криоагента и охлаждение

хладоносителя. После охлаждения хладоноситель поступает в замораживающие колонки, где происходит теплообмен с грунтом [2].

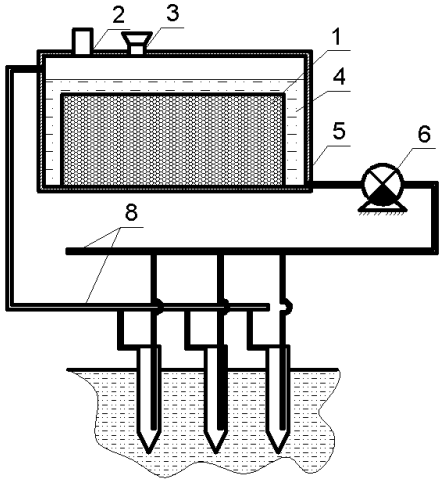


Рисунок 3 – Схема замораживания грунтов с применением сухого льда: 1 – резервуар; 2, 3 – входное отверстие; 4 – выходное отверстие для подачи хладоносителя; 5 – выходное отверстие для подачи твердого криоагента; 6 – насос; 7 – замораживающие колонки; 8 – трубопровод

К достоинствам способа следует отнести: компактность всей установки; высокие темпы замораживания за счет увеличения площади поверхности теплообмена хладоносителя с твердым криоагентом.

К недостаткам – большие сроки проведения подготовительных работ; сложность контроля заполнения скважин сухим льдом по глубине; высокая стоимость хладоносителя; необходимость защищать место проведения работ от попадания солнечных лучей во избежание обратного процесса (оттаивания).

Каждый из этих способов стоит применять в разных случаях. Рассольный способ более универсален, поэтому его можно применять для предотвращения притока воды в подземных выработках. Он также применим ко всем видам грунта. Замораживание возможно на различных глубинах и при различной степени водонасыщенности грунтов. Так как способ хорошо изучен, его можно применять в любых масштабах: как на ограниченных, так и на больших площадях.

Искусственное замораживание грунта – универсальный способ проведения работ, в особенности в водоносных грунтах. Но в разных условиях необходима корректировка и адаптация технологий. Также необходимы разработка и модернизация холодильного оборудования, применение более эффективных и экологичных хладагентов и хладоносителей для повышения эффективности работы холодильных установок для замораживания грунтов.

Список литературы

1. Архаров, А. М. Криогенные системы. Основы проектирования аппаратов, установок и систем. Т. 1, 2. / А. М. Архаров. – М. : Машиностроение. – 1999. – 720 с.

2. Быков, А. В. Различные области применения холода / А. В. Быков. – М. : Агропромиздат, 1985. – 273 с.

3. Анализ вариативных способов заморозки грунта / Н. А. Забенкова [и др.] // Техника. Технологии. Инженерия. – 2018. – № 1. – С. 32–35.

УДК 664.6:641.56

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ СУХОЙ ЗАКВАСКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Т. И. Непомнящая*, Д. М. Бородулин*, Д. В. Доня*, Е. В. Невская**
*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия
**Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности» г. Москва, Россия

Применение новых видов сырья, расширение ассортимента и разработка хлебобулочных изделий специализированного назначения, распространение нарезки и упаковки хлеба обусловливают актуальность проблемы его микробиологической порчи. Возбудителями болезней хлеба являются не только плесневые грибы, вызывающие заплесневение хлеба, но и ряд других биологически активных микроорганизмов, приводящих к потерям качества продукции. Увеличение сроков годности и предотвращение микробиологической порчи хлебобулочных изделий возможно за счет использования биологических методов. Они предусматривают применение заквасок, которые в процессе тестоприготовления образуют органические кислоты, бактериоцины и другие ингибиторы возбудителей ингибиторы роста возбудителей микробиологической порчи хлеба. Кроме того, хлеб, приготовленный на закваскаx, характеризуется улучшенными: структурой пористости и свойствами мякиша, вкусом и ароматом, способностью к длительному сохранению свежести. Поэтому для разработки технологии специализированных хлебобулочных изделий необходимо подобрать наиболее эффективный штамм молочнокислых бактерий, обладающий антагонистической активностью по отношению к возбудителям порчи хлеба, синтезирующий биологически активные вещества, аминокислоты, витамины, за счет которых можно повысить пищевую и биологическую ценность изделий. Для удобного использования в процессе приготовления, хранения и транспортировки актуальным является создание сухих биопрепаратов заквасок с сохранением всех биотехнологических показателей молочнокислых бактерий и дрожжевых клеток [1].

При рассмотрении характеристики и свойств ацидофильной закваски, аспектов ее использования в хлебопекарной промышленности выявлено, что ацидофильная закваска представляет большой интерес, так как она имеет в своем составе пробиотические микроорганизмы, формирующие структуру теста, как из пшеничной, так и ржаной муки.

Целью настоящей работы являлось изучение физических свойств закваски за счет исследования ее реологических показателей на этапе активации и хранения, а также определение оптимального вида сушки данных образцов реологических показателей и микрофлоры закваски на этапе ее активации, хранения, и высушивания.

Достижение поставленной цели осуществлялось путем решения следующих задач:

1. исследование антагонистической активности хлебопекарных промышленно ценных штаммов молочнокислых бактерий;
2. изучение кривых течения закваски без использования активатора в процессах ее созревания и хранения
3. изучение кривых течения закваски с использованием активатора в процессах ее созревания и хранения
4. изучение кинетики сушки в терморадиационной, конвективной и сублимационной сушилках с последующим определением рациональных параметров сушки активированной закваски;
5. определение количества полезной микрофлоры в образцах высушенной закваски.

В результате исследований антагонистической активности хлебопекарных промышленно ценных штаммов были установлены антимикробные свойства термоустойчивых метаболитов молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* в отношении плесневых, дрожжеподобных грибов, вызывающих порчу хлебобулочных изделий.

По отношению к *P. roqueforti*, *P. funiculosum* и ВМБХ (наиболее типичных возбудителей микробной порчи хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки) наибольшая антагонистическая активность выявлена в модельной среде на основе штамма *L. acidophilis A-146*.

На первом этапе подвергалась исследованию закваска без использования штамма МКБ *L. acidophilus A-146*. Полученные реологические результаты представлены в виде кривых зависимости $\dot{\gamma}$ от τ на рис. 1 и 2. Кривые, представленные на рис. 1, соответствуют этапу созревания закваски, а на рис. 2 – ее хранению.

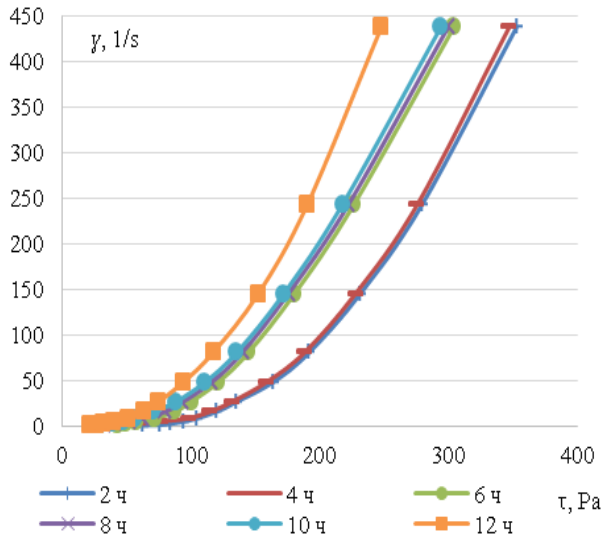


Рисунок 1 – Кривые течения, полученные в процессе созревания закваски без использования штамма МКБ *L. acidophilus A-146*

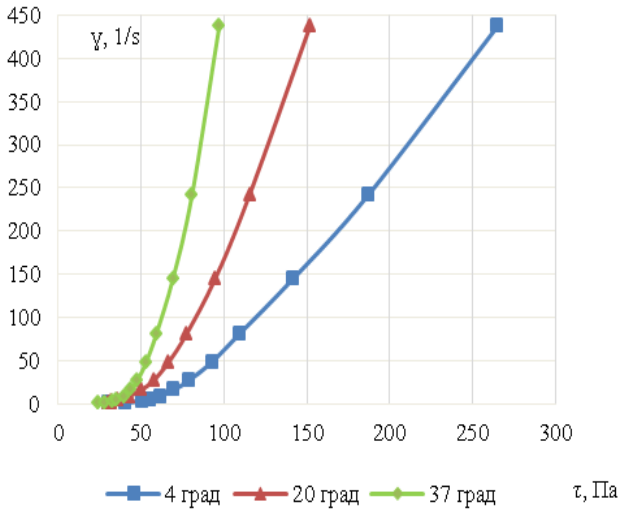


Рисунок 2 – Кривые течения, полученные в процессе хранения закваски без использования штамма МКБ *L. acidophilus A-146*

Из рис. 1 видно, что с течением времени вязкость резко падает в начальный период, затем наблюдается ее незначительное снижение с резким уменьшением на заключительном этапе. Это объясняется протекающими в среде химическими реакциями.

Рис. 2 показывает, что повышение температуры хранения снижает напряжение сдвига, следовательно, уменьшается вязкость закваски.

На следующем этапе подвергалась исследованию закваска с добавлением штамма МКБ *L. acidophilus A-146*. Полученные реологические результаты представлены в виде кривых зависимости $\dot{\gamma}$ от τ на рис. 3 и 4. Кривые, представленные на рис. 3, соответствуют этапу созревания закваски, а на рис. 4 – ее хранению.

Из рис. 3 видно, что внесение штамма МКБ *L. acidophilus A-146* способствует постепенному изменению структуры закваски. Скачкообразность распределения показателей вязкости значительно снизилась.

Рис. 4 показывает, что внесение штамма МКБ *L. acidophilus A-146* уменьшает влияние температуры на структуру закваски, она становится более стабильной.

Анализируя полученные зависимости можно сделать вывод о том, что образцы закваски относятся к неньютоновским или аномально-вязким жидкостям. Внесение штамма МКБ *L. acidophilus A-146* способствует уменьшению вязкости в процессе созревания почти в 3 раза, а при хранении образцов – в 2 раза. Штамм МКБ *L. acidophilus A-146* снижает влияние температуры, поэтому структура закваски становится более стабильной. В таком состоянии она легче подвергается дальнейшей переработке. Следовательно, добавление штамма МКБ *L. acidophilus A-146* в закваску для производства хлебобулочных изделий

специализированного назначения значительно снижает энергозатраты на весь процесс производства и приводит к увеличению срока годности [2].

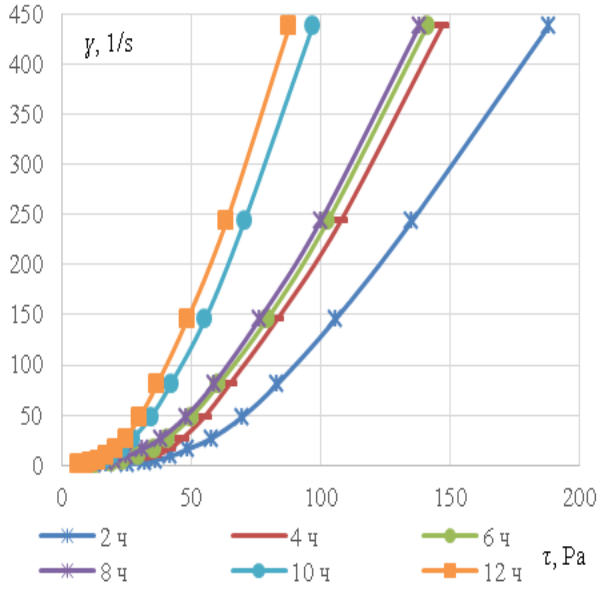


Рисунок 3 – Кривые течения, полученные в процессе созревания закваски с использованием штамма МКБ *L. acidophilus A-146*

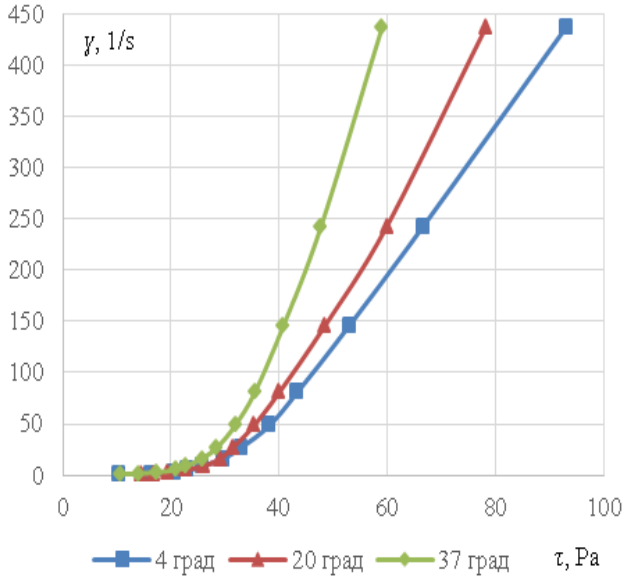


Рисунок 4 – Кривые течения, полученные в процессе хранения закваски с использованием штамма МКБ *L. acidophilus A-146*

Далее закваска на основе штамма МКБ *L. acidophilus A-146* подвергалась высушиванию на терморадиационной, конвективной и сублимационной сушилках при различных температурах сушильного агент.

При высушивании закваски на терморадиационной сушилке использовались температуры 50 и 55 °С. Проба облучалась инфракрасными лучами с длиной волны 0,8–12 мкм. При этом начальная влажность образца составляет 60,75 %. Навески с массой 5 грамм высушивали до постоянного веса со взвешиванием каждые 5 секунд. По полученным данным было определено изменение текущей влажности в закваске с течением времени. Результаты в виде кривых сушки представлены на рис. 5.

Анализ кривых сушки показал, что при температуре 50 °С время сушки закваски до постоянного веса составляет 1 час 50 минут, при этом она теряет 100 % влаги. При температуре 55 °С время сушки сокращается на 50 минут, однако потеря влаги при этом аналогична предыдущему случаю.

При высушивании закваски на конвективной сушилке применяли сушильный агент, нагретый до температур 55, 60 и 65 °С. При этом влажность навески составляла 54,5 %. Пробы с массой 3 грамма высушивали до постоянного веса со взвешиванием навески каждые две минуты. По полученным данным было определено изменение текущей влажности в закваске с течением времени. Результаты в виде кривых сушки представлены на рис. 6.

Анализ кривых сушки показал, что при температуре 55 °С время сушки закваски до постоянного веса составляет 2 часа 14 минут. При температуре 60 °С время сушки сокращается на 30 минут, однако потеря влаги при этом аналогична предыдущему случаю. Увеличение температуры до 65 °С приводит к сокращению времени сушки на 46 минут по отношению к первому опыту. Влажность из закваски полностью удалена, и она стала абсолютно сухой.

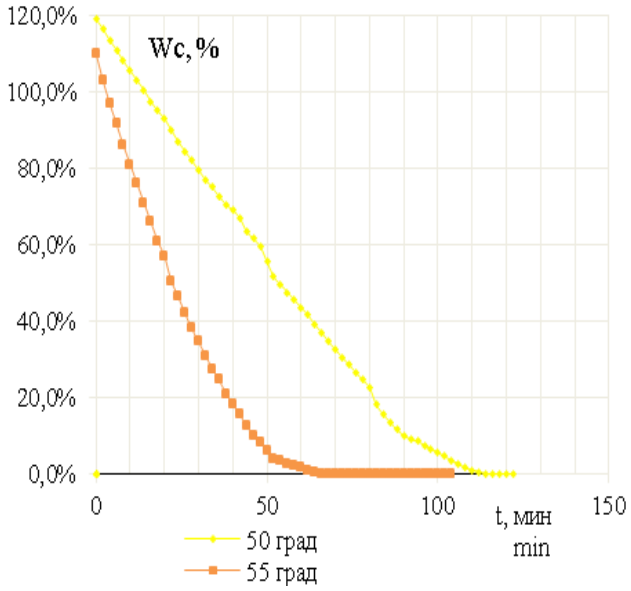


Рисунок 5 – Кривые сушки закваски на основе штамма МКБ *L. acidophilus A-146* (терморадиационная сушилка)

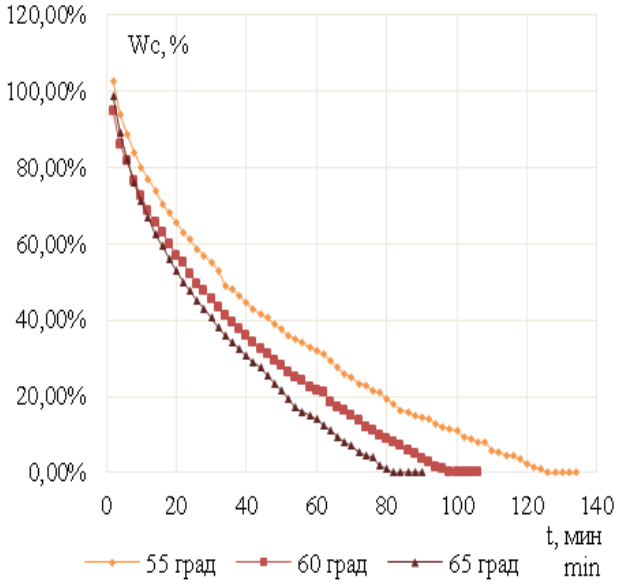


Рисунок 6 – Кривые сушки закваски на основе штамма МКБ *L. acidophilus A-146* (конвективная сушилка)

Третья проба подвергалась сублимационной (лиофильной) сушке. Для этого закваску массой 2 грамма расфасовывали в стерильные стеклянные флаконы, закрывали с соблюдением стерильности и замораживали при температуре (−18 °С). После полного замораживания флаконы подвергали вакуумированию. В процессе вакуумной сушки при удалении из образцов влаги происходило сублимирование (лиофилизация). Полученные концентраты герметично упаковывали.

После сушки активированной закваски определено количество микроорганизмов полезной микрофлоры в 1 г каждого высушенного образца закваски. Анализ полученных данных показал, что во всех образцах количество клеток не превысило $1 \cdot 10^6$ КОЕ/г. Например, в образцах закваски, подвергнутых терморадиационному высушиванию, количество клеток составляло $(2–6) \cdot 10^4$ КОЕ/г, в образцах, полученных при конвективной сушке $(5–9) \cdot 10^5$ КОЕ/г. В то время как при сушке терморадиационным методом титр полезной микрофлоры показал $1 \cdot 10^5$ КОЕ/г, что ниже в десять раз по отношению к двум другим видам сушки. Учитывая, что температура проведения процесса не является разрушающей для заквасочных микроорганизмов – вероятнее всего пониженная выживаемость микрофлоры связана именно с радиационной активностью ламп [3].

Результаты и выводы. В результате исследований антагонистической активности хлебопекарных промышленно ценных штаммов были установлено, что наибольшими антимикробными свойствами обладает штамм МКБ *L. acidophilus A-146.*

Внесение штамма МКБ *L. acidophilus A-146* в закваску приводит к уменьшению вязкости в процессе созревания почти в 3 раза, а при хранении – в 2 раза, что способствует стабилизации ее структуры. Это в свою очередь снижает энергозатраты при производстве хлебобулочных изделий и приводит к увеличению срока годности.

Наиболее благоприятной для высушивания закваски на основе штамма МКБ *L. acidophilus A-146* является конвективная. Наилучшие результаты здесь достигаются по истечении 46 мин при температуре сушильного агента 65 °С.

Анализ экспериментальных данных показал, что наименьшему разрушающему воздействию подвергаются микроорганизмы при конвективной и сублимационной (лиофильной) сушке. Выживаемость микроорганизмов при этих способах концентрирования максимальна. Микробный титр в данных образцах составляет не менее $1 \cdot 10^5$ КОЕ/г.

Полученные результаты могут быть использованы в технологии приготовления закваски на основе штамма *Lactobacillus acidophilus A-146* для ее рационального использования в производстве хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

Список литературы

1. Невская, Е. В. Оптимизация рецептурного состава хлебобулочных изделий для спортивного питания / Е. В. Невская, Л. А. Шлеленко, Д. М. Бородулин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1 (36). – С. 60–64.

2. Бородулин, Д. М. Исследование реологических свойств хлебной закваски при активации и ее последующем хранении / Д. М. Бородулин, Д. В. Доня, Т. И. Непомнящая // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные технологии и техника в производстве и промышленности». – Стерлитамак, 2017. – С. 11–14.

3. Бородулин, Д. М. Определение оптимального вида сушки закваски для производства хлебобулочных изделий / Д. М. Бородулин, Е. В. Невская, Т. И. Непомнящая // Материалы II Международной научно-практической конференции «Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств». – Воронеж, 2016. – С. 419–425.

УДК 663.444.1

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СУСЛОВАРОЧНОГО АППАРАТА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВИСКАРНОГО СУСЛА

Я. Г. Никитенко, Д. М. Бородулин, М. А. Носовец
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

На сегодняшний день Россия занимает одно из лидирующих мест по производству алкогольной продукции. Благодаря спросу потребителей на напитки с высоким содержанием спирта, становятся актуальными пути уменьшения затрат на производство, увеличения скорости процесса, а следовательно получения большей прибыли. Решить проблему повышения эффективности производства вискарного сусла невозможно без внедрения новых технологий и современного оборудования.

Процесс затирания в настоящее время производится в заторных чанах, обладающих невысокими показателями эффективности извлечения веществ. Эта проблема обуславливает актуальность разработок и усовершенствования существующих установок.

Для решения перечисленных выше проблем разрабатываются и внедряются новые конструкции оборудования, благодаря которым процесс затирания интенсифицируется.

Целью данной работы является исследование нового сусловарочного аппарата при получении вискарного сусла.

На первом этапе сусло было сварено классическим способом в заторном котле. Этот способ затирания отличается от других тем, что осуществляется двухотварочное затирание, затирание при двух температурах. Процесс классического затирания проходил на двух разных аппаратах. В качестве сырья для экспериментов использовались: солод и вода. Исходный солод с помощью дробилки был измельчен на фракции 2–3 мм. Затем до температуры 45 °С происходит нагревание в течение 30 минут 8 литров воды, при достижении этой температуры в котел засыпается 2 кг измельченного солода и в течение 30 минут проводится белковая пауза, при которой происходит расщепление белков, увеличивается экстрактивность и понижается вязкость затора. После чего идет медленное нагревание за 45 минут до температуры 70 °С и добавляется 4 литра воды этой же температуры и выдерживается час. На этой стадии происходит высокая интенсификация двухотварочного затирания. Далее наступает процесс осахаривания, который проходит в течение 1 часа при достигнутой температуре, эта температура оказывает существенное влияние на конечную степень сбраживания. Под процессом осахаривания понимается полное расщепление разжиженного крахмала амилазами на мальтозу и декстрины. В завершении полученное сусло охлаждается до комнатной температуры 26 °С за 15 минут с помощью водяной рубашки и интенсивного перемешивания, доводится до массы 4 литрами воды и фильтруется через фильтр в течение 2 часов. В результате было получено 14 литров сусла и для процесса брожения использовались спиртовые дрожжи 40 г.

На втором этапе производился процесс затирания на новом сусловарочном аппарате, который совмещает в себе процессы фильтрования и затирания (рис. 1). Так же эффективность процесса в новом сусловарочном аппарате достигается за счет одновременного интенсивного вымывания нужных веществ из дробины в сусло и фильтрации сусла через дробину. В течение 1 часа было нагрето 50 литров воды, при достижении температуры 45 °С засыпается 12 кг дробленого солода во внутренний бак, проводится первая пауза, которая длится 30 минут. С помощью насоса происходит пульсация воды через солод, проходя через него, вода вымывает необходимые компоненты, которыми насыщается сусло. В течение следующего 1 часа затор нагревается до температуры 70 °С и выдерживается 1 час – вторая пауза. Затем внутренний бак с дробиной вынимается из аппарата, устанавливается на подножки. Сусло доводится водой до массы и одновременно фильтруется через дробину, вымывая полезные вещества в течение 30 минут. После чего сусло охлаждается до комнатной температуры 26 °С с помощью водяной

рубашки и пульсационного перемешивания за 15 минут. В результате было получено 45 литров сусла, в которое для брожения засыпается 200 г дрожжей.

Рисунок 1 – Новый сусловарочный аппарат

В табл. 1 представлены показатели на заторном чане и новом сусловарочном аппарате в расчете на 1 литр сусла.

Таблица 1 – Качественные и технологические показатели при расчете на 1 литр сусла

Вид оборудования	Вода, л	Солод, кг	Дрожжи, г	Время общее, час	Время работы аппарата, час	Энергетические затраты, кВт·ч
Заторный чан	1,143	0,143	2,85	0,357	0,196	0,589
Новый сусловарочный аппарат	1,111	0,266	4,444	0,0944	0,0777	0,233

Из табл. 1 видно, что новый сусловарочный аппарат обеспечивает получение стабильно высоких качественных показателей сусла. При одинаковых условиях протекания технологического процесса общее время получения вискарного сусла сокращается в 3,8 раз, а время работы аппарата в 2,5 раза, при этом энергетические затраты снижены фактически в 2,5 раза, что показывает высокую эффективность протекающего процесса в новом сусловарочном аппарате.

Список литературы

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб. : Профессия, 2009. – 1064 с.

2. Ковалевский, К. А. Технология бродильных производств / К. А. Ковалевский. – Киев : Фирма «ИНКОС», 2004. – 340 с.

УДК 66.047

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

А. В. Новиков
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время актуальным направлением при разработке оборудования является обеспечение качества продукции и сохранность ценных компонентов при переработке сырья. Известны технологические приемы, повышающие степень готовности природного сырья для конечного потребления, в частности для этого используются технологии извлечения ценных природных компонентов путем настаивания различными растворителями [1]. В этом процессе, при экстрагировании целевых веществ в системе твердое тело – жидкость, при массопередаче происходит перенос вещества в жидкость (экстрагент) из растительного сырья. В перерабатывающей технологии с целью уменьшения объема полуфабриката полученные извлечения концентрируют путем удаления влаги для уменьшения содержания балластных веществ, повышения технологичности. Это позволяет продлить сроки хранения, уменьшить затраты на перевозку и хранение полуфабрикатов.

Целью исследований является изучение технологических приемов при концентрировании этанольных настоев ягодного сырья, получений рекомендаций по аппаратурному оформлению процессов и применению в пищевой технологии для производства обогащенных продуктов питания.

Концентрированные настои из ягод широко применяются в пищевой отрасли. Их область применения – от кондитерских изделий до алкогольной промышленности [2, 3]. Известны технологии использования концентратов для производства средств профилактической фармакологии, занимающее промежуточное место между продуктами питания и лекарственными препаратами. Это поликомпонентные растительные смеси применяются как добавки к пищевым продуктам и напиткам, традиционно изготавливаются из натурального сырья и предназначаются для профилактики и лечения различных заболеваний. В процессе производства свежие ягоды могут перерабатываться в морсы или экстракты, которые для повышения стабильности спиртуются. К концентрированным продуктам также относят полученные из фруктов несброженные соки, из которых частично удалена органическая влага физическим способом (преимущественно путем выпаривания, а также путем вымораживания и обратного осмоса). Для придания функциональных свойств в них могут добавляться лимонная кислота, сахара и другие компоненты. Концентрированные соки имеют содержание сухих растворимых веществ от 43,8 до 70 %, что в среднем в 4,5–6,5 раз выше этого показателя в исходном сырье. Технология восстановления полуфабриката предусматривает необходимость разведения их водой, что обуславливается высокой кислотностью (для концентрированных соков: от 1–1,2 % в виноградном и сливовом, до 7,8 % в вишневом и до 15 % в клюквенном). За счет концентрирования повышается кислотность и содержание фенольных веществ, что способствует стабилизирующему воздействию на содержание витамина С, микробиологической стойкости и лучшим условиям хранения.

Современные технологии экстрагирования ягодного сырья позволяют обеспечить сохранность практически всех биологически активных, красящих и питательных веществ [4]. Потеря пищевой ценности полуфабриката возможна на стадии концентрирования [5]. На большинстве предприятий отечественного комплекса переработки для концентрирования используется оборудование, принцип работы которого основан на термической обработке сырья при удалении растворителя [6]. Необходимые мероприятия для исключения ухудшения показателей качества направлены на понижение температуры кипения (проведение процесса под вакуумом), уменьшение времени контакта сырья с греющей поверхностью (тонкопленочное выпаривание) [7].

Реализация процесса выпаривания в тонкой пленке связана с необходимость разработки аппаратов, исключающих образование на поверхности испарения накипи и отложений, образующихся при разложении гидрокарбонатов, пригорании пленки или коагуляции продуктов. Конструктивно задача решается путем установки внутри пленочного испарителя вращающегося вала со скребками, лопастями или другими элементами, предназначенными для удаления отложений. Скорость вращения подбирается эмпирическим путем для исключения разрывов пленки при движении и обеспечении удаления отложений.

Интенсивность процессов массопередачи в значительной степени определяется тепловой нагрузкой и давлением в объеме выпаривания, изменением физико-химических свойств сырья при концентрировании. Понижение температуры кипения раствора обеспечивается при испарении растворителя из всего объема, реализуемом при выпаривании под вакуумом. Кроме того, в этом методе повышается движущая сила теплопередачи, уменьшаются потери теплоты. Конденсирующийся вторичный пар можно использовать в качестве экстрагента, в случае выпаривания этанольных настоев сырья. Концентрирование этанольных настоев связано с интенсивным фазовым переходом на поверхности испарителя. Турбулизация потоков жидкости и парогазовой фазы достигается при контакте лопастей на слой раствора [8]. Для поддержания необходимой толщины слоя необходимо использовать шарнирное крепление лопастей на роторе. В этом случае действие центробежных, трения и возвратных сил уравновешивается и достигается непрерывность течения пленки.

Таким образом, для реализации процессов концентрирования ягодного сырья предпочтительным является проведение процессов выпаривания под вакуумом. Уменьшить высокотемпературное воздействие возможно путем пленочного испарения в подвижной пленке в аппарате со стационарной поверхностью испарителя и вращающимися на роторе лопастями. Конденсация вторичных паров при выпаривании этанольных настоев способствует повышению величины вакуума в аппарате и дает возможность экономии экстрагента при его повторном использовании.

Список литературы

1. Бакин, И. А. Влияние комплексных технологических приемов обработки на экстрагирование ягодного сырья / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, П. Н. Лунин // Известия вузов. Пищевая технология. – 2016. – № 5-6. – С. 23–24.

2. Бакин, И. А. Изучение технологических аспектов использования нетрадиционного сырья в производстве булочных изделий / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, А. Ю.Колбина // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 12. – С. 82–93.

3. Исследование технологических процессов получения экстрактов ягод черной смородины / И.А. Бакин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 12. – С. 48–53.

4. Бакин, И. А. Совершенствование технологии экстрагирования ягодного сырья с использованием ультразвуковой обработки / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, П. Н. Лунин // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 12. – С. 91–95.

5. Бакин, И. А. Изучение химического состава ягод черной смородины в процессе переработки / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, П. Н. Лунин // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 159–162.

6. Popov, A. Sistemic regularities in the study and design of technological complexes for the production of instant peverages / A. Popov // Foods and Raw Materials. – 2014. - № 2. – P. 156–160.

7. Бакин, И. А. Изменение свойств экстрактов ягод черной смородины в процессе выпаривания / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, Л. А. Алексенко // Современная наука и инновации. – 2017. – № 4. – С. 67–80.

8. Krupiczka, R. The influence of mass transfer on the heat-transfer coefficients during the film boiling of multicomponent mixtures / R. Krupiczka, A. Rotkegel, Z. Ziobrowski // Chemical Engineering and Processing. – 2004. – № 43. – P. 949–954.

УДК 621.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМОРАЖИВАНИЯ МЯСА ИНДЕЙКИ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА

Е. В. Новиков
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время все птицеперерабатывающие предприятия стремятся уменьшить время между убоем птицы и ее доставки к конечному потребителю. Получает широкое распространение практика взаимодействия торговых сетей с мелкими фермерскими хозяйствами для осуществления прямых поставок. При этом необходимо обеспечить поставку продукции с сохранением товарного вида и качества. Для реализации данной тенденции необходимо применять наиболее современные методы термообработки.

К таким методам относится замораживание птицы в воздушной среде, погружной способ в охлаждающей жидкости [1].

Воздушное замораживание тушек птицы, упакованных в стандартную транспортную тару (картонные ящики) групповым способом проводят в морозильных камерах при температуре воздуха не выше −23 °С, относительной влажности не менее 90 % и скорости его циркуляции до 4 м/с. Температуру и скорость циркуляции воздуха рекомендуется поддерживать равномерными по рабочему объему морозильного устройства. Конечная температура замораживания тушек птицы в толще грудной мышцы составляет −12 °С. Продолжительность процесса замораживания в зависимости от вида и упитанности птицы, ее упаковки и типа используемых морозильных устройств составляет от 2,5 до 40 ч. С позиции потребительского качества и технологических свойств принятая технология замораживания тушек сразу после охлаждения имеет ряд значительных недостатков, усугубляющих все нежелательные последствия посмертного окоченения и поэтому является не совсем удачной. Метод замораживания погружением подразумевает повышенные требования к охлаждающей среде, для исключения накапливания загрязнений и бактерий, а также необходимость обеспечить постоянную подпитку для компенсации потерь охлаждающей среды.

С целью компенсации части недостатков традиционных технологий замораживания мяса птицы нами предложена технология замораживания мяса индейки в среде диоксида углерода, которая позволит добиться следующего: существенно уменьшится продолжительность термообработки и потребление электроэнергии, увеличится срок хранения мяса.

С целью определения оптимальной температуры, продолжительности замораживания и расхода углекислоты проведены экспериментальные исследования по замораживанию тушек индейки в среде диоксида углерода. Для исследования процесса замораживания использовали неупакованные тушки индейки 1 и 2 сортов, массой (3,1 ± 0,05) кг и толщиной грудной мышцы (34 ± 3) мм. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

Данная установка представляет собой совокупность устройств, приспособлений и контрольно-измерительных приборов, позволяющих проводить процесс замораживания индейки с контролем над изменениями всех необходимых параметров.

При замораживании в камере поддерживали температуру воздушно-газовой среды от −70 до −30 °С. При этом осуществляли контроль температуры в камере и тушки индейки (термопары установлены: во внутреннем слое; в толще мяса; на наружной поверхности), расход диоксида углерода, изменение температурного поля в зависимости от температуры воздушно-газовой среды в камере.

Схема расположения термопар и термограмма процесса замораживания индейки при температуре воздушно-газовой среды в камере −30 °С представлена на рис. 2.

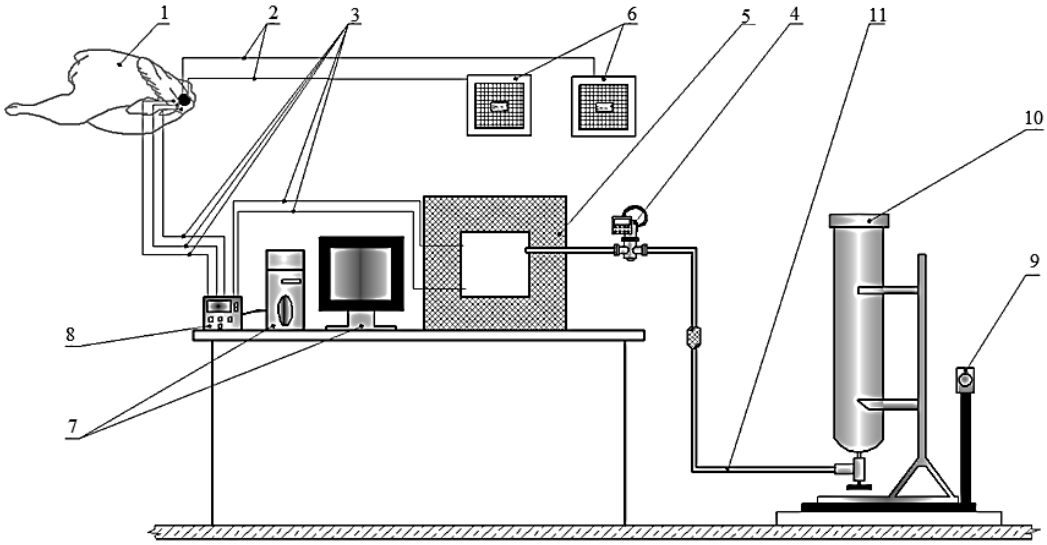


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки:
1 – тушка индейки; 2 – зонд теплового потока; 3 – хромель-копелевые термопары; 4 – регулирующий вентиль; 5 – теплоизолированная камера; 6 – измеритель плотности теплового потока ИПП-2; 7 – персональный компьютер; 8 – контролер температуры ТРМ-138; 9 – весы; 10 – углекислотный баллон; 11 – медный трубопровод

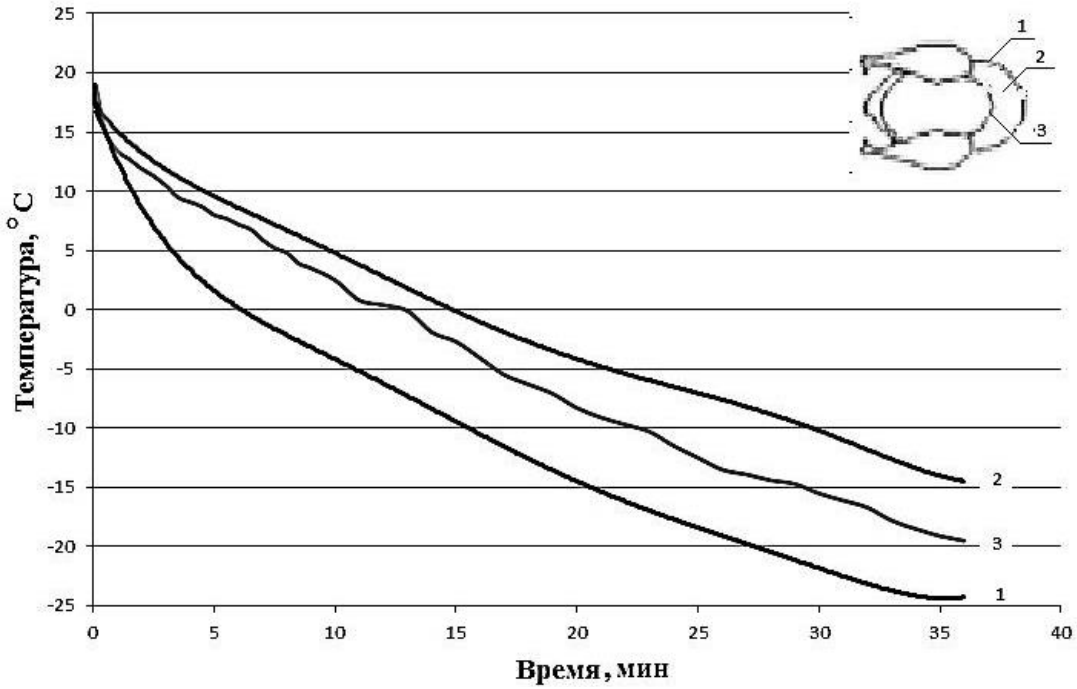


Рисунок 2 – Термограмма замораживания индейки при температуре в камере −30 °С

Время замораживания составляет 37 минут. Расход диоксида углерода составил 6,1 кг. На момент окончания процесса во всех слоях мяса были достигнуты допустимые значения температур. Анализируя полученные изотермы, можно сделать вывод, что процесс замораживания идет интенсивно до достижения криоскопической температуры, затем начинается фазовый переход воды в лед с выделением скрытой теплоты кристаллизации и, как следствие, снижается темп понижения температуры. Затем, после вымерзания основной части воды, увеличивается интенсивность понижения температуры. Также можно наблюдать

более интенсивное замораживание наружного слоя тушки, чем внутренних слоев, что обусловлено непосредственным контактом с диоксидом углерода.

На рис. 3 приведена схема расположения термопар и термограмма процесса замораживания индейки при температуре воздушно-газовой среды в камере –50 °С.

Время процесса замораживания тушки составило 19 минут, расход диоксида углерода составил 6,8 кг. Характер процесса замораживания определяется наклоном изотерм. По сравнению с предыдущим, эксперимент идет более интенсивно и изотермы имеют более крутой наклон.

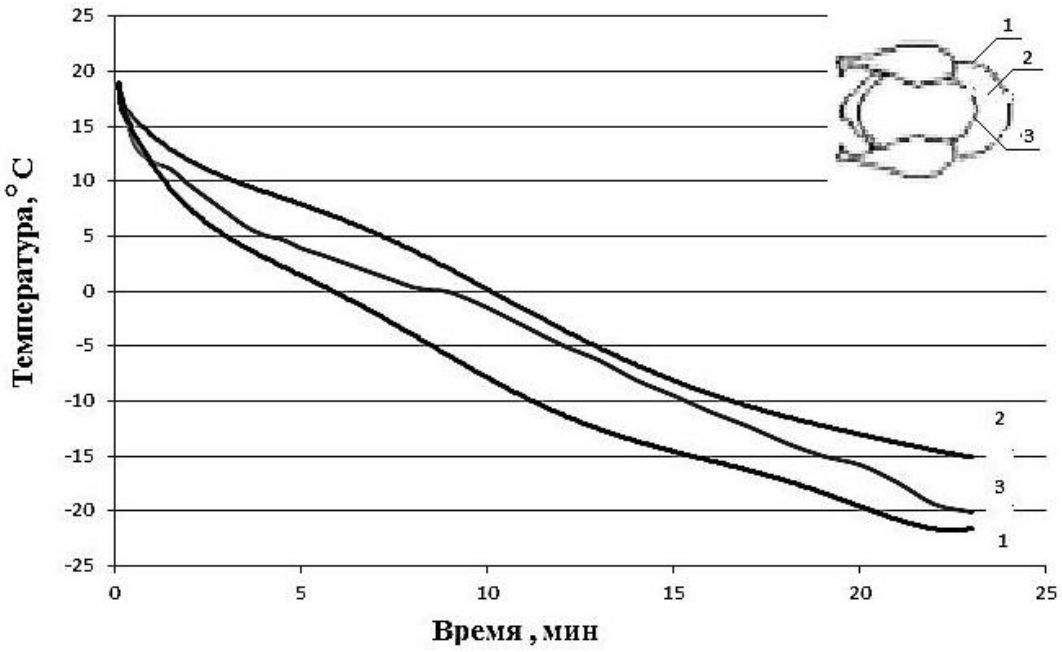


Рисунок 3 – Термограмма замораживания индейки при температуре в камере −50 °С

На рис. 4 приведена схема расположения термопар и термограмма замораживания индейки при температуре воздушно-газовой среды в камере −70 °С.

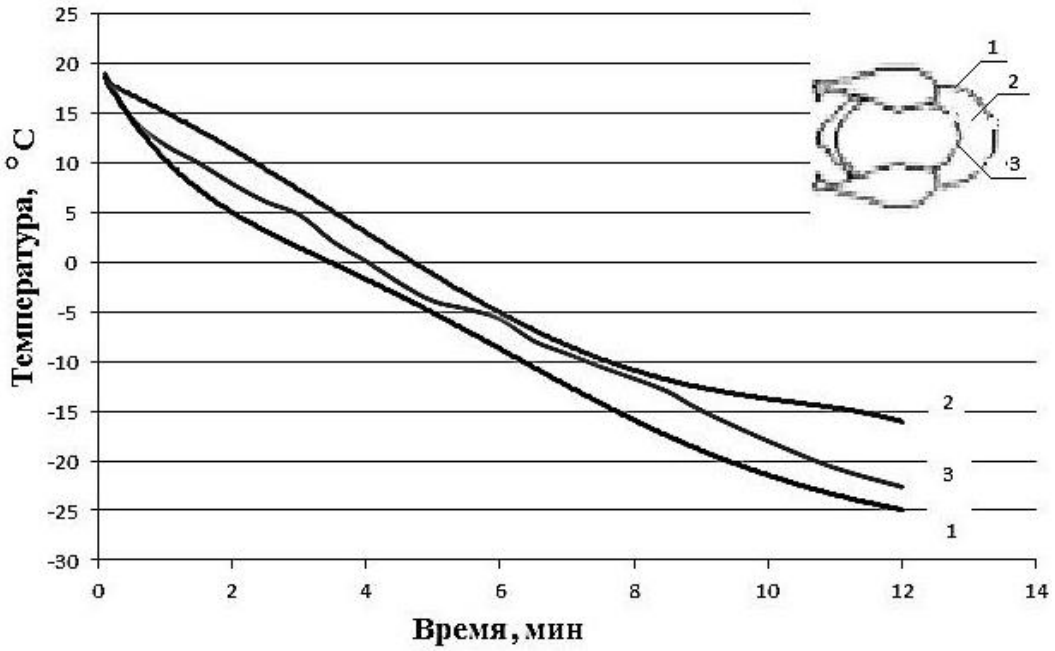


Рисунок 4 – Термограмма замораживания индейки при температуре в камере −70 °С

Время замораживания тушки составило всего 12 минут, но расход диоксида углерода увеличился до 7,1 кг. Замораживание в данном случае происходит гораздо интенсивнее, что приводит к тому, что кристаллизация началась на 6 минуте (горизонтальный участок кривой), в отличии от вышеописанных процессов, что обусловлено более интенсивными теплообменными процессами между поверхностью тушки птицы и средой.

В результате проведенных исследований выявлено, что наиболее целесообразным является замораживание тушек индейки в воздушно-газовой среде при температуре −50 °С, т. к. при таком режиме наблюдается высокая интенсивность процесса и умеренный расход диоксида углерода.

Таким образом, снижение температуры воздушно-газовой среды в камере приводит к значительному сокращению продолжительности процесса замораживания и увеличению расхода диоксида углерода. При выборе оптимальных режимов работы аппаратов необходимо это учитывать.

Список литературы:

1. Тенденции развития российского рынка мяса индейки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sfera.fm.

2. Неверов, Е. Н. Разработка и исследование режимов работы аппарата для охлаждения тушек птицы / Е. Н. Неверов // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 2. – С. 68–73.

3. Неверов, Е. Н. Применение диоксида углерода для холодильной обработки тушек птицы / Е. Н. Неверов // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 4. – С. 111–115.

УДК 621.577

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

А. Ю. Нужденко
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Уменьшение затрат топлива и других технико-экономических ресурсов для производства тепловой энергии – одна из основных задач современной энергетики. Учитывая постепенное уменьшение запасов высококачественного органического топлива, встает проблема его замены на другие источники энергии, требуется эффективно и рационально использовать технико-экономические ресурсы с использованием современных технологий выработки тепловой энергии.

Одним из способов решения данной проблемы является использование тепловых насосов. Они имеют высокий коэффициент трансформации теплоты, порядка 3–4. Это позволяет получать на 3–4 больше киловатта «высокопотенциальной» тепловой энергии от одного киловатта электроэнергии.

Также помимо коэффициента трансформации установка теплового насоса имеет значительные преимущества [1]:

- Тепловые насосы относятся к установкам индивидуального теплоснабжения, что исключает необходимость наличия протяженных тепловых сетей.
- Позволяет сэкономить значительное количество топлива, расходующегося на теплоснабжение потребителей, примерно в 2–2,5 раза.
- Улучшается экологическая обстановка в населенных пунктах, так как котельные, сжигающие органическое топливо, заменяются тепловыми насосами, в которых отсутствует потребность в сжигании органического топлива.
- Исключается опасность по сравнению с индивидуальными котельными на газовом топливе.
- Уменьшаются затраты при эксплуатации, так как тепловые насосы малой мощности не требуют периодического обслуживания, а тепловые насосы средней и большой мощности требуют лишь периодического контроля.

Но к сожалению, несмотря на все преимущества и эффективность тепловых насосов, их производство, монтаж и эксплуатация сопряжены с рядом проблем, препятствующих их повсеместному применению.

В России тепловые насосы практически не применяются, и их массовое освоение в промышленности осложненно на ближайшее время из-за высоких капитальных затрат на установку теплового насоса и сложившейся ситуации цен на рынке технико-экономических ресурсов: так, например, цена на электроэнергию в Центральном регионе России примерно в 20 раз больше в сравнении со стоимостью единицы теплоты.

В связи с этим даже при коэффициенте трансформации теплового насоса, равном 3–4, его применение не дает значительной экономической выгоды по сравнению с традиционными методами. Этот факт подтверждает результаты энергетических обследований, проведенных ООО «Интехэнерго М» [2].

Также немаловажной проблемой внедрения теплового насоса в России является многообразие климатических зон.

Для поддержания постоянной тепловой нагрузки у потребителей при наличии постоянного источника низкопотенциальной теплоты, а также при незначительном нагреве теплового носителя, (например, с 25 до 50 °С, системы ГВС и при отоплении посредством «теплого пола») энергоэффективно использовать тепловой насос.

Однако экономичность теплового насоса резко уменьшается с ростом отношения температур (т. е. с падением минимальной и повышением максимальной температуры

цикла), а также при использовании теплового насоса в условиях значительных изменений тепловых сезонных нагрузок, зависящих от температуры наружного воздуха.

Во многих районах России значения отопительной нагрузки отличаются от средней отопительной нагрузки в среднем в два раза. В связи с этим в зимнее время года тепловой насос должен обеспечивать необходимое количество теплоты при температуре сетевой воды порядка 110–150 °С, чего достаточно проблематично достичь с помощью существующих тепловых насосов.

Для поддержания максимальных тепловых нагрузок в зимний период с помощью теплового насоса необходимо его сочетать с пиковыми котельными либо с другими источниками резервного питания, что ставит под вопрос целесообразность использования теплового насоса.

Также необходимо предусмотреть плавное регулирование производительности тепловых насосов (например, с помощью использования частотного привода) и одновременно требуется решить вопрос уменьшения температуры обратной воды до 30–40 °С [3].

Экономичность работы теплового насоса в значительной степени зависит от правильности выбора источника теплоты «низкого» потенциала и от потребителей теплоты «высокого» потенциала.

Таким образом, для решения вопроса о целесообразности использования теплового носителя необходимо иметь в виду [4]:

- Совпадение времени потребителей теплоты повышенного потенциала и времени выхода сбросных потоков теплоты.
- Совпадение температурного уровня сбросных потоков теплоты и температурного уровня потребителей теплоты повышенного потенциала.
- Относительное расположение потребителей и источников теплоты.
- В каком состоянии используется теплоноситель (газ, жидкость).
- Соотношение между возможностями «холодного источника» и возможным потреблением теплоты.
- Климатические условия региона.
- Соотношение региональных тарифов на электроэнергию и топливо.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение теплого насоса в качестве альтернативного источника энергии возможно далеко не везде, но при учете всех факторов, при грамотно подобранном режиме, месте расположения, источнике «низкопотенциальной» теплоты применение теплового насоса становится не только возможным, но и достаточно выгодным решением.

Список литературы

1. Трубаев, П. А. Тепловые насосы / П. А. Трубаев, Б. М. Гришко. – Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. – 142 с.

2. Лисиенко, В. Г. Хрестоматия энергосбережения / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев : справочное изд. в 2-х книгах. – М. : Теплоэнергетик, 2002.

3. Славин, В. С. Повышение эффективности системы централизованного теплоснабжения на основе применения технологии тепловых насосов / В. С. Славин, В. В. Данилов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2000. – № 2. – С. 5–14.

4. Колпаков, В. Альтернативные системы теплоснабжения с использованием тепловых насосов / В. Колпаков // Энергосбережение. – 1999. – № 4.

УДК 637.131.5

ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА ПРИ ПОНИЖЕННОМ ДАВЛЕНИИ

М. В. Онюшев, В. А. Ермолаев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Вакуумное концентрирование представляет собой процесс удаления влаги из жидких продуктов в условиях пониженного давления. Преимуществом такого метода, по сравнению с традиционным способом выпаривания при атмосферном давлении, является меньшая температура нагрева, что благоприятно сказывается на качестве концентрированного продукта. Способом вакуумного концентрирования можно перерабатывать многие виды жидких продуктов, например молочные продукты [1, 2].

Эффективность вакуумного концентрирования и качественные показатели продукта во многом зависят от технологических режимов процесса. К таким режимам можно отнести температуру, давление в камере и тепловую нагрузку.

Целью работы являлся подбор технологических режимов вакуумной сушки продуктов, в частности температуры нагрева. Объектом исследований выступало обезжиренное молоко.

Эксперименты по вакуумному концентрированию проводили при давлении в камере 10 кПа. При данном давлении температура насыщения водяных паров составляет около 46 °С. Температуру в камере задавали в диапазоне от 50 до 100 °С с шагом 10 °С. Тепловая нагрузка составляла 7,4 ± 0,2 кВт/м^2.

Подбор режимов осуществляли с учетом органолептических показателей концентрированного продукта по методике, представленной в табл. 1.

Таблица 1 – Методика органолептической оценки концентрированного молока

Наименование показателя	Максимальная оценка, баллы
Внешний вид	
Однородная жидкость	10
Однородная жидкость с небольшим осадком	9–8
Неоднородная жидкость	7–6
Вкус и запах	
Сладковато-солоноватый вкус, свойственный топленому молоку	15
Слабовыраженный	14–13
Кислый	12–10
Слабовыраженный горький	12–10
Горький	9–7
Слегка затхлый	12–10
Затхлый	9–7
Слегка салистый	12–10
Салистый, прогорклый	9–7
Консистенция	
Однородная, в меру вязкая жидкость	10
Отстой сливок	9–7
Осадок	8–6
Цвет	
Светло-кремовый	5
Белый с желтоватым оттенком	4–3
Желтоватый	3–2

На рис. 1 представлены графики массовой доли сухих веществ обезжиренного молока при различной температуре вакуумного концентрирования.

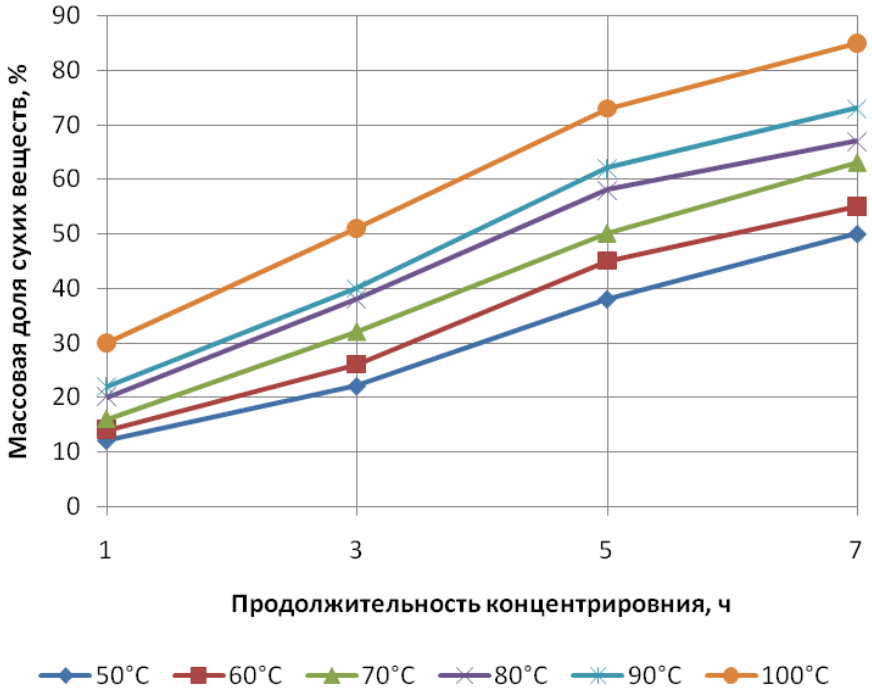


Рисунок 1 – Графики массовой доли сухих веществ обезжиренного молока при различной температуре вакуумного концентрирования

Обнаружено, что при увеличении температуры в камере и продолжительности концентрирования происходит увеличение содержания сухих веществ обезжиренного молока. Однако при температуре в камере 100 °С происходило ухудшение органолептических показателей обезжиренного молока (табл. 1). Стоит отметить, что благодаря интенсивному кипению продукта и возникающему из-за этого отводу теплоты температура продукта на протяжении всего процесса не превышала 40 °С.

Таблица 2 – Органолептическая оценка обезжиренного молока через 7 ч вакуумного концентрирования, баллы

Показатели	Температура в камере, °С					
	50	60	70	80	90	100
Молоко						
Внешний вид	10	10	10	10	9	8
Вкус и запах	14	15	15	14	14	13
Консистенция	9	9	9	8	8	8
Цвет	5	5	5	5	5	4
Сумма:	**38**	**39**	**39**	**37**	**36**	**33**

Максимальная органолептическая оценка в 38–39 баллов наблюдалась при температуре концентрирования не более 70 °С. При температуре в камере 80–100 °С в консистенции продукта наблюдался отстой сливок и появление осадка. К тому же вкус становился слабовыраженным.

Особый интерес представляют данные по удельным энергозатратам на осуществление вакуумного концентрирования при различной температуре и продолжительности процесса.

На рис. 2 представлены графики зависимости удельных энергозатрат на концентрирование обезжиренного молока.

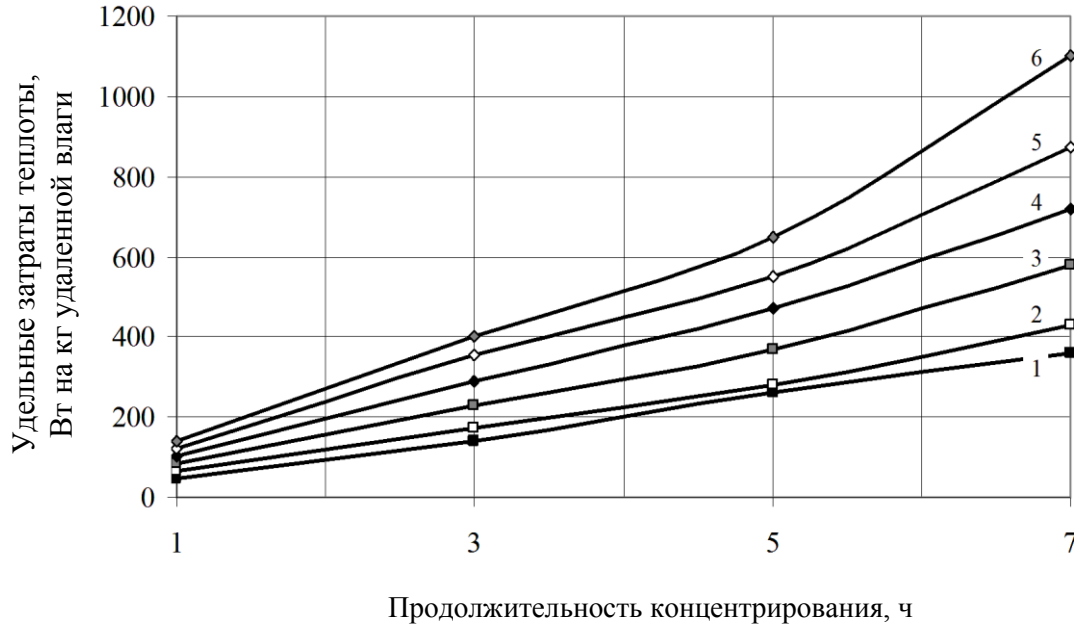


Рисунок 2 – Зависимость удельных энергозатрат на концентрирование обезжиренного молока при температуре в камере: 1–50 °С; 2–60 °С; 3–70 °С; 4–80 °С; 5–90 °С; 6–100 °С

Графики, представленные на рис. 2, свидетельствуют о том, что с повышением длительности процесса и температуры в камере удельные энергозатраты также увеличиваются. Наиболее явно этот эффект проявляется при температуре в камере свыше 60–70 °С. Однако при этом стоит отметить, что чем ниже температура, тем меньшая степень концентрирования достигается за одни и те же промежутки времени.

Из литературных данных [3] известно, что удельный расход теплоты в вакуум-выпарных аппаратах достигает 0,63–0,76 кВт/кг удаленной влаги. По данным собственных исследований, установлено, что удельные энергозатраты на концентрирование в камерной вакуумной установке при температуре концентрирования 70–80 °С составляют в среднем 0,6–0,74 кВт/кг удаленной влаги. То есть использование камерной вакуумной установки позволяет сократить затраты теплоты на концентрирование практически в полтора раза.

Таким образом, были проведены исследования по вакуумному концентрированию обезжиренного молока. Установлена эффективность вакуумного концентрирования при температуре в камере 70 °С как с точки зрения качества продукта, так и с точки зрения энергозатрат и продолжительности процесса.

Список литературы

1. Буянова, И. В. Технологические основы вакуумного концентрирования молочной сыворотки / И. В. Буянова, М. В. Котлярова // Молочная промышленность. – 2017. – № 7. – С. 27–31.

2. Ермолаев, В. А. Вакуумное концентрирование молочно-белковых продуктов / В. А. Ермолаев // Молочная промышленность. – 2010. – № 7. – С. 60–61.

3. Гинзбург, А. С. Технология сушки пищевых продуктов / А. С. Гинзбург. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 248 с.

УДК 663.81:621.56

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ. РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ВЫМОРАЖИВАНИЕ БЕРЕЗОВОГО СОКА

А. А. Павлов, И. А. Короткий
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

На сегодняшний день для криоконцентрирования пищевых продуктов способом разделительного вымораживания применяют кристаллизаторы косвенного и прямого охлаждения. В последних отвод теплоты происходит за счет испарения влаги с его поверхности в условиях вакуума. Данный метод вымораживания, вопреки энергоэффективности, отличается большими потерями ароматических веществ и чистой воды, примерно около 15–20 %. [1] Кристаллизаторы косвенного охлаждения широко применяются в пищевой промышленности, из-за того, что теплота отводится или через охлаждаемые стены, или путем подачи извне рециркуляционной жидкости.

Наиболее сложным процессом по сравнения с кристаллизацией является процесс сепарирования. Широко применяются два метода сепарирования. К первому методу относится сепаратор поршневого типа, данный метод основан на вытеснении концентрата из смеси механическим путем под действием молекулярной или конвективной диффузии. В сепараторе поршневого типа концентрат выдавливается из смеси при помощи поршня, в результате чего ледяные кристаллы спрессовываются в плотную массу, а затем удаляются из аппарата.

К сепараторам так же относятся промывочные колонны, которые основаны на механическом вытеснении под действием молекулярной диффузии. В промывочных колоннах отделение кристаллов происходит под действием внешнего давления и осуществляется последующая промывка водой, в результате чего оставшейся концентрат удаляется. И первый, и второй способ обладают своими достоинствами и недостатками, однако, наиболее эффективное сепарирование достигается путем намораживания льда в ёмкостном криоконцентраторе. В данном аппарате слив концентрат из центра емкости осуществляется только после того, как завершается процесс кристаллизации, затем концентрат оттаивает и удаляется из аппарата. Данное действие в значительной степени упрощает конструкцию аппарата и наблюдается повышение эффективности разделительного вымораживания [2].

Еще совсем недавно разделительное вымораживание не имело широкого распространения, так как в ходе реализации данного способа наблюдались большие потери сухих веществ, однако современные технологии позволяют производить криоконцентрирование с минимальными потерями сухих веществ, около 1 %.

Эффективность процесса криоконцентрирования определяют такие факторы как: температура и продолжительность замораживания конечного объема концентрата, начальная концентрация продукта, геометрия самого кристаллизатора, кратность циклов и т. д.

Механическое перемешивание в процессе вымораживания приводит к более быстрому замораживание, что в свою очередь приводит к минимальному переохлаждению раствора и вызывает полный захват льдом растворенных компонентов. Наиболее эффективным является направленная кристаллизация. Отвод тепла из объема раствора является наиболее эффективным из-за того, что происходит вытеснение сухого вещества не из поверхности, а из непосредственно центра сосуда, что приводит к значительно меньшему захвату сухих веществ формирующимся слоем льда.

Эффективность криоконцентрирования обуславливается низкими температурами процесса и высокой степенью изобретательства процесса, который в частности потворствует получению биологически качественных концентратов, и позволяет почти полностью сохранять первоначальные органолептические показатели исходного продукта.

Метод разделительного вымораживания, является оптимальным для получения концентрата березового сока, так как на выходе мы имеем концентрат с увеличенным содержанием пищевой ценности и наблюдается увеличения срока хранения, уменьшается объем, что делает процесс транспортировки менее затратным. Анализ научных данных, запатентованных разработок, показал, что, к сожалению, практически отсутствует информация о технологии концентрировании березового сока и свойствах готового концентрата, что предопределяет исследование в данном направлении.

В пищевой промышленности концентрирование методом вымораживания используется в промышленных масштабах. Так, например, этот метод можно наблюдать при сгущении соков различных фруктов, экстрактов различных видов чая и кофе, алкогольных напитков, в основном вина и пива. Различают следующие способы:

Способ Юнион – Карбид. Данный способ широко применяется в США и Франции, начиная с 1967 года и до наших дней. С помощью этого способа в основном получают концентраты апельсинового сока и пива. Концентрация готового продукта примерно в четыре раза выше, чем у исходного сока [3].

Способ Вотатор. Данный способ применяется в Соединенных штатах Америки, уже около пятидесяти лет, для концентрирования разбавленного уксуса и маринада. В способе Вотатора, в отличие от предыдущего, охлаждение суспензии в теплообменнике осуществляется аммиаком.

Способ Толмин. С 1969 года применяют в США для концентрирования фруктовых соков. В отличие от предыдущих способов, в данном присутствует кристаллизатор непрерывного действия, в котором образуется суспензия.

Способ Фрекон. Этот способ применяется для концентрирования апельсинового сока. Отличительной особенностью данного метода является наличие трубчатого кристаллизатора Струзерса, в котором образуется суспензия.

Способ Струзерс. Данный способ используют за границей для концентрирования кофейного экстракта и уксусного маринада. Установка так же, как и в первых двух случаях, имеет трубчатый кристаллизатор горизонтального типа, в котором образуется суспензия кристаллов льда и концентрата. Особенностью аппарата является движение жидкости турбулентным потоком.

Многоступенчатый способ. Способ является универсальным и используется для концентрирования почти всех жидких пищевых продуктов. На сегодняшний день наибольшее применение нашел в Федеративные Республики Германии. В отличие от всех предыдущих способов, в данном способе суспензия кристалликов льда и концентрата происходит в два этапа.

Способ Гасквет. Используется во Франции для концентрирования вина. Суспензия образуется в теплообменники горизонтального типа, диаметр которого 35 см. Охлаждается теплообменник аммиаком. Разделение суспензии кристаллы льда – концентрат осуществляется в центрифуге периодического действия.

Способ Дауброн. Этот способ так же, как и способ Гасквет нашел себе применение во Франции для концентрирования вина. Но в отличие от предыдущего способа в этом суспензия кристаллов льда и концентрата образуется в кристаллизаторе вертикального типа, а сепарирование в поршневом сепараторе периодического действия.

Способ Мобиль. Его используют в США, начиная с 1966 года и по сей день, для концентрирования апельсинового и яблочного соков, пива, экстракта кофе и различных видов чая. В этом способе примечательно то, что установка смонтирована в железнодорожном грузовом вагоне. Конструкция позволяет на каждом новом месте в течение короткого промежутка времени присоединить установку к электрической сети, поэтому с момента ее прибытия до начала работы проходит не более 2–3 ч.

Способ Филлипс (Патент 3, 193.395, USA). Данный способ запатентовали в США, он предназначен для концентрирования пива. Суспензия образуется, как и в большинстве способах, рассмотренных в данном литературном обзоре [3].

Способ, применяемый в холодильной промышленности Венгрии. Используется для концентрирования виноградного сусла. Примечательно то, что установка устроена таким образом, что в суспензии содержится большое количество кристалликов льда.

Комбинированный способ концентрирования вымораживанием и выпариванием. Применяется при концентрировании яблочного сока. По сравнению с методом концентрирования вымораживанием, качество продукта при этом существенно выше, чем у концентратора, приготовленного выпариванием.

Исследование по разделению березового сока осуществляется в криоконцентраторе емкостного типа. Криоконцентратор состоит из металлокаркаса, конденсатора, который находится в нижней части установки, немного выше него располагается компрессор. Охлаждение конденсатора и компрессора осуществляется, помещенным в кожух, вентилятором, который всасывает воздух через отверстие, находящиеся выше компрессора, и обдувает их. Кипящие пары хладагента всасывает компрессор, сжимает их и нагнетает в конденсатор, там происходит конденсации горячих паров при давлении конденсации, затем жидкий холодильный агент направляется в дроссельное устройство, откуда транспортируется в испаритель (медный змеевик) где и происходит кипение паров, а после чего всасывание в компрессор и далее все по циклу. Криоконцентратор имеет змеевик, огибающий цилиндрическую емкость, находящийся в пластмассовой теплоизоляционной емкости заполненной холодильным агентом – пропиленгликолем. Также установка снабжена электронным оборудованием, которое предназначено для отслеживания температурных изменений объекта концентрирования и холодильного агента.

Проводя исследования в области концентрирования вымораживанием, можно придти к выводу, что концентрированием методом разделительного вымораживания наиболее энергоемко по сравнению с методом дистилляции, это обуславливается тем, что теплота парообразования равна двум тысячам двухсот пятидесяти восьми и двум десятым килоджоуль на килограмм, а теплота льдообразования тремстам тридцати четырем килоджоуль на килограмм. Однако, надо отметить тот факт, что данный метод имеет сложный процесс в своей безупречной технологии, как только произошло вымораживание определенного количества влаги из березового сока, необходимо проведение разделения компонентов – концентрата от кристаллизата, что является трудоемким процессом. Как показали исследования, данный процесс необходим, так как в замерзшем березовом соке содержится достаточно большое количество концентрируемых компонентов и просто сливать его не приемлемо.

Исследования показали, что концентрирование методом разделительного вымораживания в емкостном криоконцентраторе проводит к увеличению полезных свойств березового сока. При сравнении исходного березового сока и последнего полученного концентрата, можно отметить, что заметно изменилась плотность продукта с 0,9823 г/см^3, до 1,01 г/см^3, так же наблюдается увеличение показателя преломления с 1,3334 до 1,334. Также, массовая доля сухих веществ увеличилась почти в четыре раза, с 0,2 до 0,8 %, по отношению двойного концентрата, к исходному соку.

Список литературы

1. Короткий, И. А. Исследование процессов криоконцентрирования молочной сыворотки / И.А. Короткий, П. А. Гунько, Д. Е. Федоров // Вестник КрасГАУ. – 2014. – Вып. 1. – 153 с.

2. Короткий, И. А. Исследование и разработка технологий замораживания и низкотемпературного хранения плодово-ягодного сырья Сибирского региона : дис. … док. тех. наук : 05.18.04 / Короткий Игорь Алексеевич. – Кемерово, 2009. – 410 с.

3. Пап, Л. Концентрирование вымораживанием / Л. Пап ; пер. с венг. под ред. О. Г. Комякова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 96 с.

УДК 681.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ НА РАЗНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОНТРОЛЛЕРАХ

В. Д. Паев, Ш. Р. Тыллаваев, С. Г. Пачкин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В типичную систему управления входят объект, регулятор, привод и датчики. Однако, набор этих элементов – еще не система. Для превращения в систему нужны *каналы связи*, через них идет обмен информацией между элементами. Для передачи информации могут использоваться электрический ток, воздух (пневматические системы), жидкость (гидравлические системы), компьютерные сети.

Взаимосвязанные элементы – это уже *система*, которая обладает (за счет связей) особыми свойствами, которых нет у отдельных элементов и любой их комбинации. Основная интрига управления связана с тем, что на объект действует окружающая среда – *внешние возмущения*, которые «мешают» регулятору выполнять поставленную задачу. Большинство возмущений заранее непредсказуемы, то есть носят случайный характер. Кроме того, датчики измеряют параметры не точно, а с некоторой ошибкой, пусть и малой. В этом случае говорят о «шумах измерений» по аналогии с шумами в радиотехнике, которые искажают сигналы [2].

Общий вид структурной схемы системы управления представлен на рис. 1.

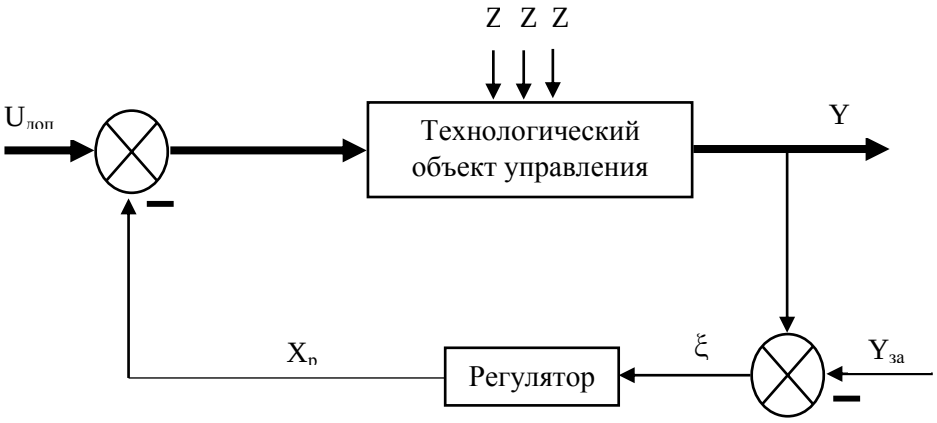


Рисунок 1 – Общий вид структурной схемы системы управления

В разрабатываемом стенде предполагается анализ поведения какого-либо объекта в реальном времени. При непрерывной подачи входного сигнала с постоянной фиксацией сигнала на выходе. В связи с унификацией сигналов почти всех современных датчиков, аналоговый сигнал выдаётся в виде тока 4–20 мА. Современные контроллеры так же способны без дополнительного преобразования принимать эти сигналы.

Используя программно-технический комплекс можно смоделировать систему управления. Это позволит провести ряд опытов. Например, можно увидеть влияние на систему технической, программной части, а также линий связи между элементами системы.

Лабораторный стенд разработан на основе двух контроллеров ОВЕН ПЛК 150.A-L, в роли системы мониторинга используется SCADA-система Trace Mode 6. Первый ПЛК выполняет роль объекта системы (технологический объект управления), на втором ПЛК настроен PID регулятор. Настройка объекта исследования, подача возмущений, мониторинг осуществляется на АРМ_1, а задания коэффициентов регулятора, анализ переходных процессов происходит на АРМ_2 с помощью программы Trace Mode 6 по протоколу Modbus TCP через Ethernet. Связь между двумя ПЛК осуществляется посредством аналоговых входов и выходов с унифицированным сигналом 4–20 мА. Структурная схема лабораторного стенда представлена на рис. 2.

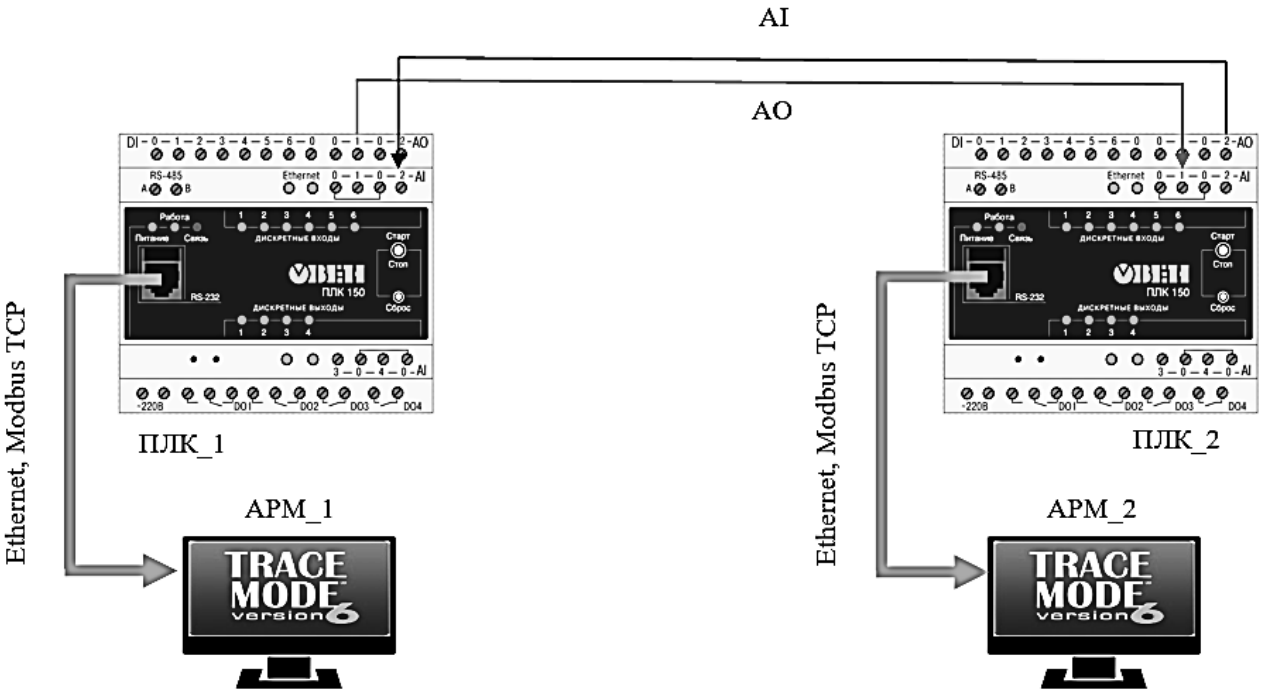


Рисунок 2 – Структурная схема лабораторного стенда

Для описания технологического объекта управления используется метод математического моделирования систем управления путем понижения порядка производной (рис. 3) [1]. Этот метод позволяет получить запись передаточной функции объекта любого порядка на стандартных языках МЭК 61131-3.

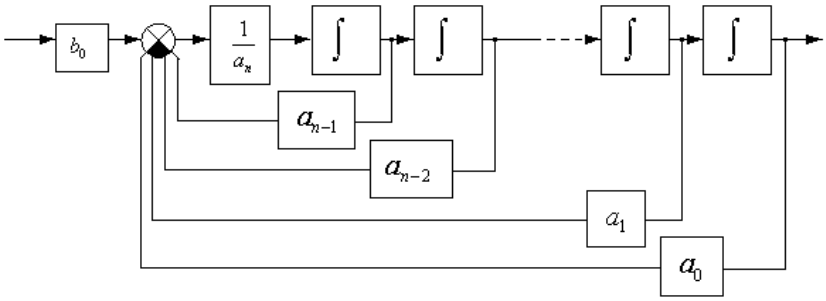


Рисунок 3 – Метод математического моделирования систем управления путем понижения порядка производной

На ПЛК_1 на стандартном языке CFC описана передаточная функция (формула 1) технологического объекта управления с использованием вышеописанного метода моделирования (рис. 4).

$$W(s) = \frac{}{T_4S^4+T_33S^3+T_22S^2+T_1S+1} \quad (1)$$

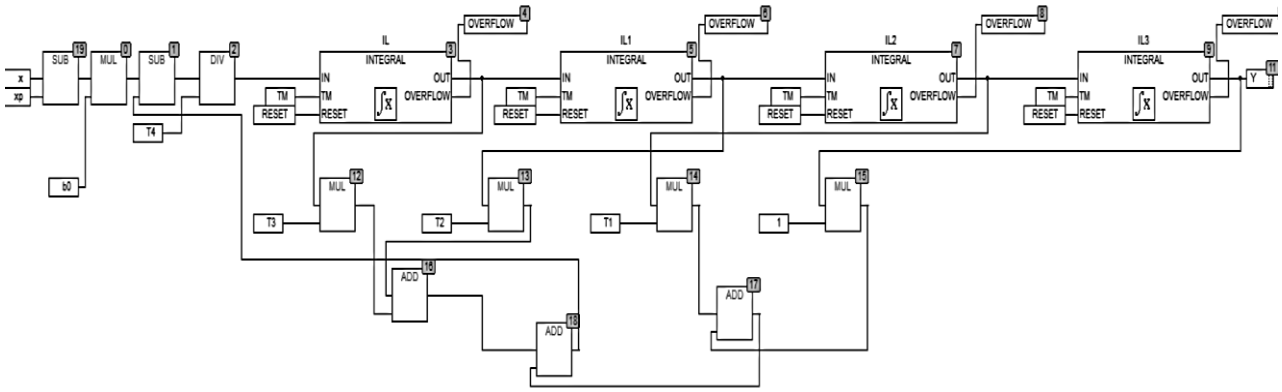


Рисунок 4 – Модель технологического объекта управления на языке CFC

На ПЛК_2 настроен ПИД регулятор (рис. 5).

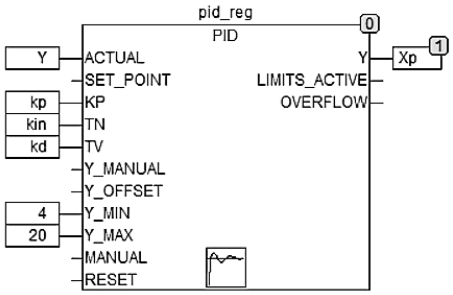


Рисунок 5 – ПИД регулятор

Переходный процесс из ПЛК_1 сравнивается с моделью в самой SCADA-системе, которая написана на FBD языке, встроенном в Trace Mode 6 (рис. 6).

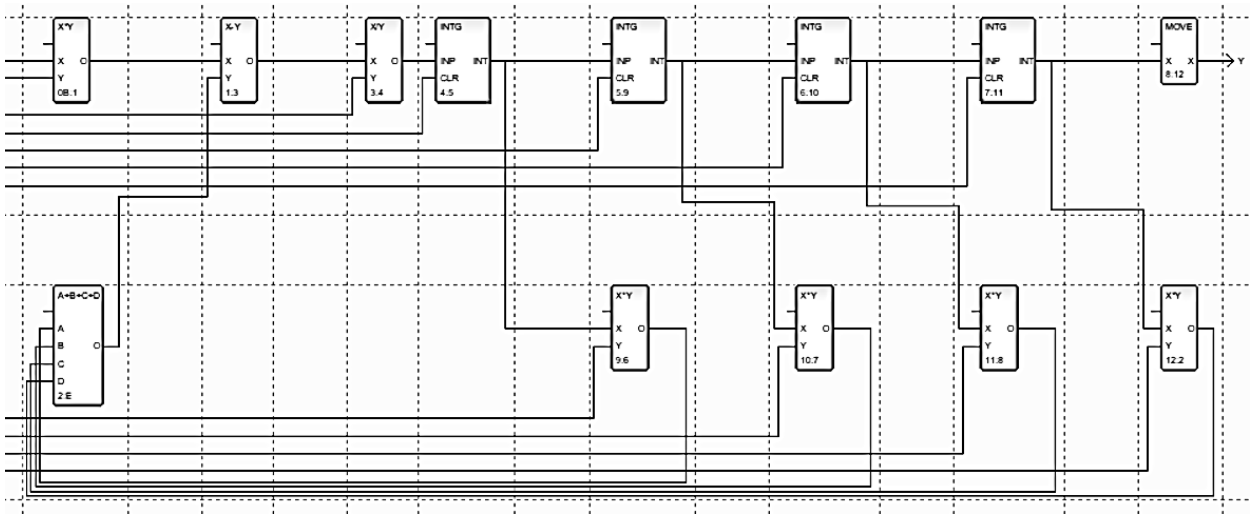


Рисунок 6 – Модель системы в Trace Mode 6 на FBD языке

Список литературы

1. Математические модели линейных стационарных систем управления. Практикум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studfiles.net/preview/1675531/.

2. Поляков, К. Ю. Теория автоматического управления для «чайников» / К. Ю. Поляков. – СПб., 2008. – 80 с.

УДК 622.794.4

СУШКА КАК СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Е. А. Перепрыгин, И. С. Рафалович
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время культура питания оказывает существенное влияние на укрепление здоровья человека. Наибольшую пищевую ценность имеют продукты, приготовленные из натурального сырья. Хранение и транспортировка – неизбежные проблемы, с которыми приходится сталкиваться при решении задачи обеспечения населения здоровым питанием. Для доставки продуктов к потребителю их необходимо переработать с наименьшими потерями полезных свойств.

Одним из наиболее предпочтительных способов переработки является сушка.

Сушка – обезвоживание путем естественного или искусственного испарения влаги из сырья или продуктов, подлежащих обработке.

Известно, что масса высушенного продукта намного меньше исходного сырья (в 10 и более раз), значит, затраты на транспортировку можно снизить.

В отличие от заморозки сушка сохраняет природную структуру клеток, лишь испаряя из них влагу. При заморозке клетки рвутся, продукт теряет свою структуру, после восстановления в сыром виде он часто не пригоден в пищу и должен быть термически обработан.

Высушенный продукт можно дольше хранить, при этом требования к условиям хранения более мягкие.

Удивительно, но в сушеных продуктах сохраняется больше питательных веществ, чем в продуктах, хранящихся в «первозданном» виде, поэтому сушка является лучшим природным способом их сохранения. Например, в яблоках, которые хранятся в погребе, потеря питательных веществ составляет к январю 50 % от первоначального состава. В яблоках, которые продают в магазине и которые хранились в специальных камерах до июля, потери составляют до 90 %. Сушеные яблоки хранятся без существенной потери питательных веществ в течение полугода (теряется только 3–5 % питательных веществ). После полугода питательная ценность постепенно начинает снижаться.

Множество пищевых продуктов по своим физико-химическим свойствам имеют капиллярно-пористую структуру. Такие продукты целесообразно сушить в виброкипящем слое. Постоянное понижение давления способствует вытяжке и испарению влаги из пор [1].

Кипением называется процесс интенсивного испарения жидкости не только с ее свободной поверхности, но и по всему объему жидкости внутрь образующихся при этом пузырьков пара. Вакуумная камера позволяет добиться кипения воды при температуре, когда разрушение витаминов и других полезных веществ минимально. Можно нагреть продукт в начале сушки и снижать давление в камере, поддерживая кипение воды. Получается экономия энергии на нагревании продукта без увеличения времени сушки. В 1 $см^3$ воды содержится 1 $см^3$ пара, следовательно, используя конденсатор и удаляя воду из камеры, можно эффективно снижать давление.

На сегодняшний день имеется возможность сделать процесс сушки управляемым. Для этого хорошо подходят микроконтроллеры, работающие по определенному алгоритму. Современная электроника позволяет управлять нагревательными приборами, насосами, клапанами и другой техникой, необходимой для обеспечения оптимального режима сушки. Например, наилучшие условия нагрева виброкипящего слоя высушиваемого продукта получаются при использовании импульсов инфракрасного излучения регулируемой скважности. Это позволяет равномерно прогреть продукт по всему объему. Затратив небольшие средства для организации производства, можно перерабатывать сдаваемые населением молоко, ягоду, другое сырье и, получая продукты длительного хранения, обеспечивать людей высококачественным питанием на долгое время.

К основным способам сушки относятся: *конвективная, кондуктивная, сублимационная, вакуумная, микроволновая, инфракрасная, акустическая и сушка токами высокой частоты.*

Одним из самых широко распространенных методов сушки продуктов в наши дни является *конвективный* метод. Данный метод сушки продуктов сформирован на передаче тепловой энергии высушиваемому продукту при помощи энергии разогретого сушильного агента – воздуха либо парогазовой смеси.

Сушка продуктов при данном способе происходит при обтекании продукта нагретым газом, топочными газами, воздухом, перегретым паром и прочими теплоносителями, имеющими температуру, которая отличается от температуры подвергающегося сушке продукта. При данном способе сушки испарение влаги происходит с помощью передаваемой продукту тепловой энергии, а дальнейший унос паров влаги осуществляется сушильным агентом.

Для этого способа характерны отдельные недостатки, которые касаются нерационального применения энергии установками, так как сушка продукта подобным способом неминуемо сопутствуется потерями тепла на нагревание конструкций устройства и окружающей среды. При интенсификации процессов подобной сушки продуктов надо увеличивать температуру теплоносителя, что повлечет перегрев сухопродукта, в особенности на конечной стадии. Кроме того, данному способу сушки продуктов свойственны недостатки, которые значительно снижают качество конечного продукта. При данной сушке испарение влаги происходит только лишь с поверхности, что практически всегда приводит к появлению пленки, которая затрудняет сушку и ухудшает качество сухопродукта: изменяются вкусовые качества, цвет и натуральный аромат продукта, понижается его восстанавливаемость при замачивании. Большая температура и значительная продолжительность сушки содействуют формированию окислительных процессов и приводят к неизбежным потерям витаминов и биологически активных веществ в сухом продукте, а также не содействуют подавлению первичной микрофлоры.

Кондуктивная сушка пищевых продуктов основывается на передаче тепла высушиваемому продукту путем непосредственного контакта с нагреваемой поверхностью сушильного оборудования. Для сушки продуктов питания кондуктивная сушка используется не часто.

Высокого качества конечного сухопродукта достичь не удается вследствие неравномерности влажности конечного продукта; продукт, контактирующий с нагретой поверхностью в период сушки, пересушивается, что приводит к необратимости процессов восстановления, а из-за высокой температуры (320–340 °С) в камере сушильного оборудования конечный сухопродукт теряет 30–40 % витаминов и биологически активных веществ и становится ломким.

Недостатки способа: продукт подвергается механическому воздействию – его срезают ножами, затем размалывают в порошок, поэтому качество ниже, чем при распылительной сушке. При соприкосновении продукта с нагретыми вальцами происходит необратимая тепловая коагуляция белков, термическое разложение сахаров и изменение окраски.

Вакуум – среда, содержащая газ при давлениях значительно ниже атмосферного.

При *вакуумной* сушке на границе раздела двух фаз «жидкость – пар» имеет место равновесное протекание процессов испарения и конденсации. Испарение – процесс превращения жидкости в пар со скоростью, превышающей скорость обратного явления – конденсации. Она бывает пленочной и капельной. При пленочной жидкий конденсат смачивает поверхность и образует на ней непрерывную пленку, которая оказывает значительное сопротивление тепловому потоку. В случае капельной конденсации пары оседают на охлаждаемой поверхности в центрах конденсации в виде капель.

При капельной конденсации самая высокая интенсивность теплоотдачи. Для инициирования формирования капелек поверхность охлаждения обрабатывают тонким слоем вещества, которое имеет чрезвычайно низкую смачиваемость жидкостью. Таким

образом, при вакуумной сушке происходит два фазовых перехода «жидкость – пар» и «пар – жидкость».

В последние годы на рынке сушилок доминируют два вида вакуумных камер: с циклическим и контактным нагревом. В циклических камерах сначала производится нагрев продукта, а потом его вакуумирование. Весь этот процесс повторяется несколько раз до тех пор, пока продукт не высохнет. При этом передача тепла материалу производится конвективным способом, а в вакуумных камерах – с контактным нагревом пластинами.

Сублимационная сушка продуктов (сублимационная вакуумная сушка, также известная как лиофилизация или возгонка) – это удаление влаги из свежезамороженных продуктов в условиях вакуума. В настоящее время этот метод сушки продуктов является наиболее совершенным, но в то же время и наиболее дорогостоящим. Этот способ был открыт в начале прошлого века, однако использовался только для производства довольно ограниченного количества и ассортимента сухопродуктов для нужд армии и космонавтики.

Принцип, на котором основана сублимационная сушка, построен на том физическом факте, что при значениях атмосферного давления ниже определенного порога – «тройной точки» (для чистой воды: 6,1 мбар при 0 °С) вода может находиться только в двух агрегатных состояниях – твердом и газообразном, переход воды в жидкое состояние в таких условиях невозможен [2].

И если парциальное давление водного пара в окружающей среде ниже, чем парциальное давление льда, то лед продукции прямо переводится в газообразное состояние, минуя жидкую фазу.

Продукты такой сушки отличаются высоким качеством, хорошо сохраняют пищевые ингредиенты, обладают повышенной восстанавливающей способностью, имеют незначительную усадку, пористое строение. При сублимационной сушке происходит резкое увеличение удельного объема пара. Если при атмосферном давлении объем 1 кг пара составляет 1,72 м^3, то при остаточном давлении 133 Па – 1000 м^3, а при 13,3 Па – 10 000 м^3, то есть объем, занимаемый 1 кг вторичного пара в 1–10 млн раз больше объема 1 кг льда [2].

Технология *микроволновой* сушки продуктов на сегодняшний день не имеет аналогов в мире. Микроволновое оборудование широко применяется для быстрой сушки и без температурного консервирования овощей, фруктов, зелени, мяса, рыбы, зерна и других продуктов, а также для получения натуральных пищевых красителей.

Микроволновое оборудование эффективно используется в хлебопекарном, мясном, молочном и кондитерском производствах, при изготовлении мясных, рыбных и овощных консервов, а также различных напитков, алкогольных и безалкогольных. Кроме того, микроволновая технология сушки позволяет увеличивать срок хранения высушенных продуктов до 1 года и более без применения консервантов.

Микроволновая сушилка основана на воздействии на обезвоживаемый продукт интенсивного электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ). Под действием СВЧ поля молекулы воды (диполи) начинают совершать колебательные и вращательные движения, ориентируясь с частотой поля по его электрическим линиям. Источником энергопотребления генераторов СВЧ энергии является только электроэнергия, что обеспечивает их исключительную экологическую чистоту. Единственным ограничением этого метода является относительно низкий КПД преобразования энергии электрического тока в энергию СВЧ поля в микроволновом оборудовании. В связи с этим микроволновая сушка более целесообразно применима при низких влажностях (ниже 50 %), то есть в том диапазоне влажностей, где энергоемкость этого метода ниже, чем у конвекционного метода.

При *высокочастотной* сушке подвод тепла осуществляется с помощью поля электрического тока высокой (10–25 мГц) и сверхвысокой (2500 мГц) частоты.

Влажные материалы растительного происхождения являются диэлектриками, обладают свойствами полупроводников. В их состав входят ионы электролитов, электроны, молекулы полярных и неполярных диэлектриков, обладающие дипольными моментами. В электромагнитном поле диполи располагаются осью вдоль поля. Попадая в переменное

электромагнитное поле, они совершают колебательные движения, стремясь следовать за полями [2].

При сушке материал помещается между обкладками конденсатора, к которым подается ток высокой или сверхвысокой частоты. Обкладки имеют противоположные заряды, поэтому ионы и электроны перемещаются внутри материала к той или иной обкладке. При смене заряда на обкладках они перемещаются в противоположных направлениях, в результате возникает трение с выделением теплоты. Диполи в переменном электрическом поле будут колебаться то в одну, то в другую сторону, в результате также возникает трение с выделением тепла. Энергия электромагнитных волн, затрачиваемая на преодоление этих трений, будет превращаться в тепло.

Наиболее актуальной и перспективной в данный момент является сушка продуктов питания с применением *инфракрасного излучения.* Инфракрасное излучение твердых тел обусловлено возбуждением молекул и атомов тела вследствие их теплового движения. При поглощении инфракрасного излучения облучаемым телом в нем увеличивается тепловое движение атомов и молекул, что вызывает его нагревание.

Перенос энергии происходит от тела с большим потенциалом переноса тепла к телу с меньшим потенциалом. Для пищевых продуктов глубина проникновения инфракрасных лучей достигает 6–12 мм. На эту глубину проникает небольшая часть энергии излучения, но температура слоя, лежащего на расстоянии 6–7 мм от поверхности материала, растет значительно интенсивнее, чем при нагреве конвективным способом [3].

Коротковолновые инфракрасные лучи оказывают более сильное воздействие на пищевые продукты как за счет большой глубины проникновения, так и более эффективного воздействия на молекулярную структуру продуктов.

Сушка продуктов по данной технологии позволяет сохранить содержание витаминов и других биологически активных веществ в сухом продукте на уровне 80–90 % от исходного сырья.

Акустическая сушка продуктов основана на воздействии на обезвоживаемый продукт интенсивных ультразвуковых волн. Данный процесс сушки носит циклический характер: волна выбивает влагу, находящуюся на поверхности продукта, затем оставшаяся влага равномерно распределяется по капиллярам и процесс повторяется снова. Это происходит до тех пор, пока продукт не достигнет заданной влажности. Акустическая сушка позволяет сушить широкий набор материалов: продукты сельского хозяйства (зерно, овощи, фрукты и др.), древесину, хлопок, лекарственные препараты и травы, бумагу, продукцию химической и других отраслей промышленности. При акустической сушке влага экстрагируется из подвергаемого сушке продукта под действием звука с соответствующими характеристиками. Принципиальная особенность способа: сушка продуктов протекает без повышения температуры продуктов. Реализуется «холодная» сушка.

Это обстоятельство снимает все негативные последствия, связанные с термическим воздействием на сухой продукт. Именно поэтому это единственный способ сушки, пригодный для сушки термочувствительных и легко окисляющихся материалов. Обработка продуктов акустическими колебаниями высокой интенсивности благоприятно сказывается на физико-химических и потребительских свойствах сухого продукта (например, увеличивает всхожесть семян и др.).

Список литературы

1. Сушильные аппараты и установки : каталог / Сост. А. А. Корягин [и др.] – М. : НИИХИММАШ, 1975. – 64 с.

2. Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов / Г. Д. Авелин [и др.] ; под ред. Э. И. Каухчешвили. – М. : Агропромиздат, 1985. – 255 с.

3. Чернобыльский, И. И. Сушильные установки / И. И. Чернобыльский, Ю. Н. Танайко. – Киев : Техніка, 1969. – 280 с.

УДК 637.1

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

Е. В. Пермякова, Х. А. Баходуров
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Мембранные технологии – это перспективное направление развития науки и современных технологий. Мембранные методы разделения жидких сред заняли прочное место среди промышленных технологических процессов и по ряду показателей превосходят традиционные способы.

Сущность баромембранных процессов разделения состоит в следующем: за счет создания движущей силы (разности давлений до и после мембраны) исходная смесь на полупроницаемой мембране разделяется на концентрат, содержащий целевой компонент, и фильтрат. Подбирая мембраны с определенным размером пор можно добиться практически полного выделения из смеси целевого компонента [1].

Целью работы является изучение процесса концентрирования обезжиренного молока.

Опыты производились на экспериментальной установке, схема которой представлена на рис. 1.

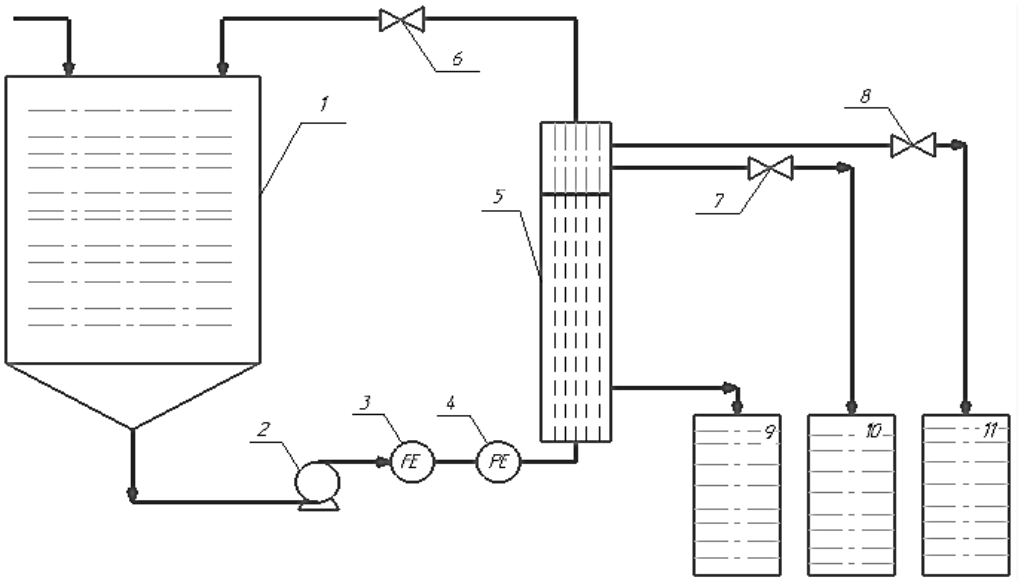


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

В качестве исходной среды применялось обезжиренное молоко с содержанием сухих веществ 8 % масс.

Установка состоит из емкости (1), циркуляционного насоса (2), датчика расхода (3), датчика давления (4), мембранного аппарата (5), вентиля для регулирования давления (6), емкостей (9), (10), (11) для фильтрата и концентрата соответственно.

Работа установки производится в следующей последовательности: заполняют емкость исходным раствором (обезжиренное молоко); после заполнения емкости включают насос, с помощью пульта управления устанавливают необходимую частоту вращения двигателя и добиваются заданного объемного расхода. Величину давления определяют по манометру, а массовый расход – по расходомеру.

После выхода установки на стационарный режим работы отбирают пробу и фиксируют объем фильтрата через определенный промежуток времени. Далее определяют проницаемость мембраны.

В качестве мембранного аппарата использовали опытно-промышленную конструкцию трубчатого типа площадью фильтрации 0,0175 м^2, которая комплектовалась керамическими

мембранами типа КУФЭ-1 производства НПО «Керамикфильтр». Размер пор мембраны составлял 0,1 мкм.

В ходе экспериментов варьировались следующие параметры: давление Р (0,05–0,2 МПа), скорость движения раствора в канале (0,3–0,55 м/с), время протекания процесса τ (0,25–3 ч).

В ходе предварительных экспериментов было установлено, что наибольшее влияние на проницаемость оказывает давление. С учетом этого была определена проницаемость мембраны от продолжительности при различных значениях давления. При этом скорость движения среды была фиксированной. Построен график в программе Excel, приведенный на рис. 2.

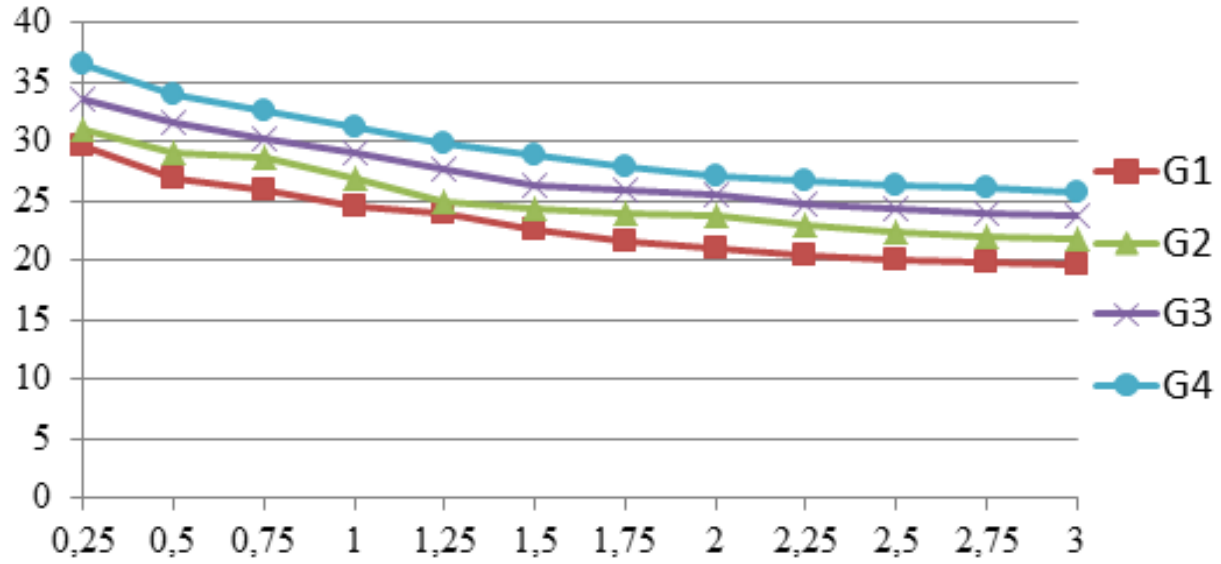


Рисунок 2 – График зависимости проницаемости от времени

Где G1, G2, G3 G4 – проницаемость мембраны (л/м^{2}ч) при давлениях 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 МПа соответственно.

Также построен график концентрации сухих веществ от времени τ (рис. 3).

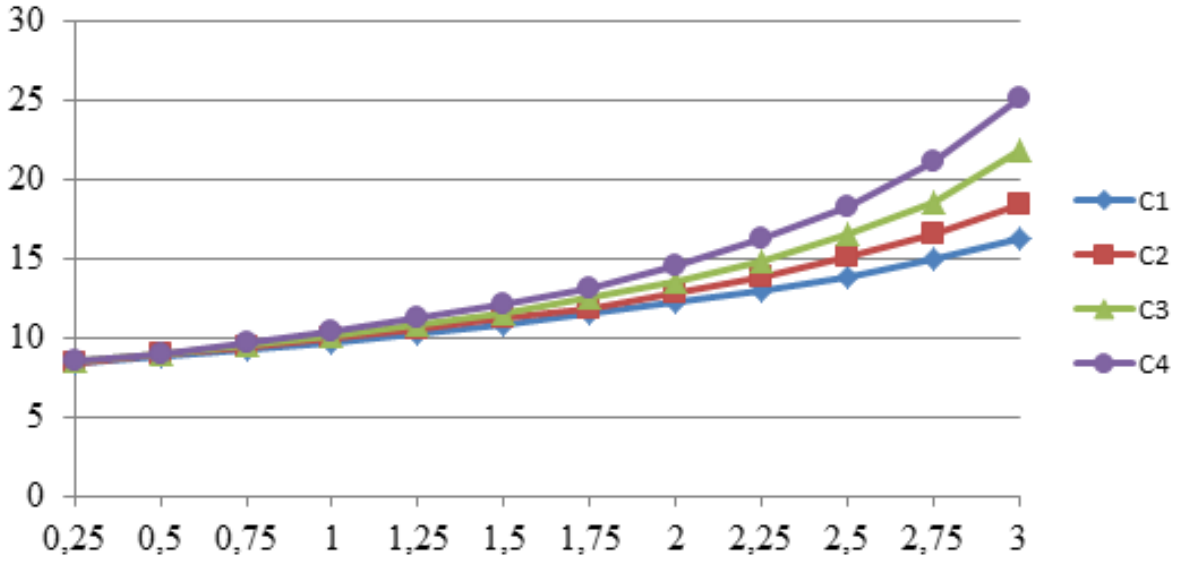


Рисунок 3 – График зависимости концентрации раствора от времени

С1, С2, С3, С4 – концентрация сухих веществ в растворе для давлений 0,05; 0,1; 0,15 и 0,2 МПа соответственно.

График показывает, что с течением времени концентрация сухих веществ увеличивается.

Была составлена матрица планирования эксперимента, представленная в табл. 1, и обработана в программе «Statistica».

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

№ опыта	P	V	τ	G
1	0,05	0,3	0,25	29,54
2	2	0,3	0,25	36,4
3	0,05	0,55	0,25	31
4	2	0,55	0,25	33,5
5	0,05	0,3	3	19,85
6	2	0,3	3	26
7	0,05	0,55	3	22
8	2	0,55	3	24

В качестве зависимого параметра была взята проницаемость мембраны (G). Независимыми параметрами являлись давление, скорость потока и время.

Анализ проводился с помощью модуля «Основные модели регрессии». Модель «Полиномиальная регрессия» имеет лучшие показатели.

На основе коэффициентов регрессионной модели было получено уравнение регрессии:

$$28{,}98 + 50{,}13P - 13{,}33P^2 - 2{,}63V - 7{,}06\tau + 1{,}12\tau^2$$

Также при помощи программы «Statistica» определены показатели качества полученной регрессионной модели, представленные на рис. 4.

	Test of SS Whole Model vs. SS Residual (Spreadsheet1)										
Dependnt Variable	**Multiple R**	Multiple R?	Adjusted R?	SS Model	df Model	MS Model	SS Residual	df Residual	MS Residual	F	p
G	0,984916	0,970060	0,966496	709,6344	5	141,9269	21,90216	42	0,521480	272,1617	0,00

Рисунок 4 – Показатели качества модели

Из показателей видно, что для исследуемого процесса множественный коэффициент корреляции R = 0,984916, а множественный коэффициент детерминации R2 = 0,970060. Это значит, что построенная регрессия объясняет около 97 % разброса значений переменной относительно среднего.

Далее рассмотрим значения F-критерия и уровня значимости p. F – критерий Фишера – используется для проверки гипотезы о значимости регрессии. В нашем случае F = 272,1617 , а p = 0. Следовательно, построенная регрессия статистически значима.

Список литературы

1. Лобасенко, Б. А. Ультрафильтрация: Теория и практика / Б. А. Лобасенко, А. Г. Семенов, Ю. Н. Захаров. – Новосибирск : Наука, 2015. – 204 с.

УДК 621.798:663.86

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ТАРЫ И ЭТИКЕТОК ДЛЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ГАЗИРОВАННОГО НАПИТКА

А. И. Петушкова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Организм человека на 60 % состоит из воды, для поддержания водного равновесия необходимо каждый день выпивать 1,5–2 л жидкости. В настоящие время выбор напитков разнообразен, можно выбрать напиток на любой вкус. Основу любого напитка составляет вода, помимо воды в напитках содержатся другие вещества, оказывающие воздействие на организм человека. Производство безалкогольных газированных напитков возникло в конце 18 века, когда в продаже во Франции и Англии появились воды, газированные углекислым газом. В то время это считалось недорогим подражанием целебным минеральным водам, причем газированную воду продавали в аптеках, а не в обычных продуктовых магазинах. В дальнейшем химики впервые выявили лимонную кислоту. В 1833 году в Англии в продаже появились первые газированные лимонады. На тот момент не было большого ассортимента и разнообразия вкусов продукции, упаковка была самая практичная. В настоящие время спрос на газированную воду велик и именно упаковка или этикетка играет большую роль при выборе продукта потребителем.

С увеличением выпуска газированной воды с каждым годом улучшаются её качества, расширяется ассортимент продукции, увеличивается производство напитков, вырабатываются низкокалорийные и тонизирующие напитки, которые становятся более популярными. К сожалению, безалкогольным сладким напиткам тоже нелегко, поскольку тенденция к здоровому питанию охватила весь мир. Однако эти сладкие напитки хорошо приспособились к переменам, вызванные временем, так как производители стараются вводить в состав натуральные ингредиенты и придумывать неординарные вкусовые решения [1]. Немало важную роль играет большой ценовой диапазон данных напитков, который варьируется от низкой стоимости воды, которая приходиться по карману всем потребителям и до высокой стоимости напитков премиум-класса.

Стремясь к увеличению продаж, производители постоянно работают над расширением ассортимента и улучшением качества напитков, производители обращают повышенное внимание на то, чтобы сделать свою марку единообразной и подчеркнуть оригинальность ценности бренда, но очень важно выбрать оптимальный материал для бутылки. На данный момент на прилавках супермаркетов преобладают пластиковые бутылки. Преимущества пластиковой тары:

– низкая стоимость;
– небольшой вес от 0,5 л до 28 г;
– прозрачность, что делает пластиковую бутылку оптимальным вариантом для розлива газированных напитков;
– при изготовлении пластиковых бутылок их возможно окрашивать в разные цвета, улучшая внешний вид и привлекательность для потребителей;
– намного надежней, по сравнению со стеклянной тарой;
– легкость при утилизации использованной тары;
– надежная герметизации с применением различных укупорочных элементов;
– удобство при транспортировке.

Применение пластиковых бутылок исключает бой тары, который может быть травмоопасен для потребителей и, в особенности, для детей. Именно дети являются любителями газированной воды, как раз это и расширяет целевую аудиторию для продукта.

Для производства полимерной тары используются полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол и др. Наибольшее значение в производстве тары имеет полиэтилен, обладающий:

– высокой химической стойкостью;

– механической прочностью;
– морозостойкостью;
– водонепроницаемостью [2].

С пластиковой упаковкой можно воплощать самые смелые дизайнерские решения, это идеальный материал для открытия принципиально новых потребительских рынков с созданием абсолютно новых потребительских приоритетов. Тара из полимерных материалов растет быстрыми темпами, абсолютным лидером на рынке упаковочной тары для безалкогольных напитков является полимерный материал.

Помимо выбора материала упаковки, очень важна сама конструкция упаковки, в данном случае форма бутылки для газированного напитка. Современные технологии позволяют производителю с легкостью экспериментировать с формой, рельефом, цветом и размером бутылок. Легко придать бутылке ту форму, которая подчеркивает уникальность и неповторимость продукта. Каждая бутылка должна быть не только индивидуальна, но и технологически правильно изготовлена и соответствовать характеру налитого в нее продукта.

Важно, что большое влияние на потребителя при выборе продукта оказывает внешнее оформление, потому что сегодня на прилавках магазинов каждый день появляются новые товары, конкуренция возрастает. При этом часто бутылки практически не отличаются друг от друга по содержанию и по качеству. В этой ситуации этикетка приобретает первостепенное значение в борьбе за покупателя. Более того, этикетка становятся мощным средством продвижения товара на современном рынке.

Для пластиковой бутылки лучше всего подходит круговая этикетка из биаксиально-ориентированной полипропиленовой пленки (БОПП-пленка). Этикетка печатается методом флексографии, отгружается в рулонах, а затем наносится на тару круговым методом и склеивается адгезивом в местах нахлеста.

Преимущества и особенности этикеток из БОПП-пленок:
– устойчивость к влажной среде, маслу, сахару, кислотам;
– легкость наклеивания на тару;
– большая поверхность для нанесения изображения;
– широкие возможности для дизайна (БОПП-пленка бывает белой, жемчужной, прозрачной и металлизированной);
– экономичность.

Не стоит забывать, что этикетка это и способ привлечения внимания к товару. Большое внимание нужно уделять дизайну этикеток, он должен быть ярким и оригинальным, чтобы привлекать внимание покупателей. Необходимо, чтобы покупатель сразу же обратил внимание на конкретный товар, поставил его для себя только на первое место среди других конкурентов. Этому способствует выбор ярких, броских цветов этикетки, нестандартные формы, рельефы, также качественный текст, интересный слоган и многие другие факторы.

Нет строгого стандарта для этикеток, который бы полностью гарантировал, что именно данное решение будет эффективным и конкурентоспособным. Для того, чтобы этикетка сработала, необходимы тщательные маркетинговые исследования, понимание особенностей вашей целевой аудитории, рассмотрение нескольких вариантов дизайна. Этикетка должна очень кратко, но очень понятно рассказывать о достоинствах товара. Она должна быть привлекательной и интересной, заинтересовывать потребителя, а при более тщательном рассмотрении убеждать в необходимости приобретения товара.

Список литературы

1. Упаковка для безалкогольных напитков [Электронный ресурс] // Напитки. Технологии и инновации». – Режим доступа: http://techdrinks.info/ru/news/upakovka-dlya-bezalkoholnyikh-napytkov.

2. Хорунжин, В. С. Тара и ее производство. В 2 ч. / В. С. Хорунжин, М. Л. Фукс. – Кемерово : КемТИПП, 2005.

УДК 621.876.113

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ ЛИФТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С. Л. Пискунов, А. А. Козлов, С. Г. Пачкин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Целью диспетчеризации является дистанционный сбор необходимой информации об управляемом объекте и, исходя из полученных данных, внесение по мере необходимости корректировок в работу данного процесса, тем самым управляя им дистанционно непосредственно из диспетчерского пункта.

Применение диспетчеризации в лифтовом оборудовании обусловливается повышением как технологических, так и экономических параметров.

К главному технологическому параметру можно отнести повышение времени без длительных перебоев системы, так как даже из-за кратковременного перебоя электроэнергии лифт может перейти в состоянии ошибки ввиду несовершенства программного аппарата. Такая ситуация очень часто возникает с современными лифтами, где внедрено большое количество электронных устройств. Исправить данную ошибку диспетчер, находясь непосредственно в диспетчерском пункте, может, всего лишь дистанционно переключив лифт, тем самым обнулив все его параметры и сбросив ошибку.

Из получаемых параметров диспетчер может понять, по какой причине лифт перестал работать, а также записывать все данные, исходя из которых можно будет понять, как часто выходит из строя какое-либо устройство с дальнейшим решением о его замене. Также кабина лифта имеет двухстороннюю связь с диспетчерским пунктом, с помощью которой пассажир имеет возможность сообщить диспетчеру о неполадке лифта.

Главным экономическим параметром является управление большим количеством лифтов с одного диспетчерского пункта, который может находиться даже в другом городе. Достоинством этого является:

– экономия на приобретении и содержании помещений для диспетчера;
– отсутствие необходимости приобретения большего количество модулей связи (достаточно всего одного диспетчерского пульта);
– с управлением всеми устройствами может справиться один человек.

В настоящее время чаще всего применяют диспетчеризацию, в которой все необходимые параметры о состоянии лифта передаются через сеть Интернет, как это показано на рис. 1.

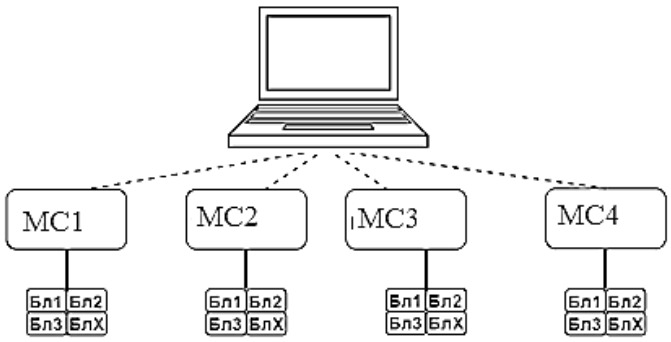


Рисунок 1 – Структура системы передачи и получение информации о лифтовом оборудовании на диспетчерский пункт

Использование других средств передачи, таких как радиосигналы и прямое кабельное подключение, остается актуальным, когда имеем дело с небольшим количеством

управляемых объектов, находящихся на очень ограниченном расстоянии от диспетчерского пункта, либо в тех местах, где недоступна сеть Интернет.

Прежде чем передать необходимые параметры, для начала нужно их собрать. Для этого мы используем лифтовой блок, который подключается напрямую к станции управления лифтом. Лифтовой блок может как собирать необходимую информацию, так и управлять некоторыми процессами. Количество получаемых сигналов зависит от модели лифтового блока. На вход лифтового блока подаются сигналы от контрольных точек станции управления лифтом, а выходные сигналы идут к модулю связи.

Блок лифтовой БЛ-45 предназначен для работы в составе автоматизированной системы управления и диспетчеризации КДК (комплекс диспетчерского контроля) подключается к одному лифту и выполняет следующие функции [1, с.2]:

– обеспечение контроля работы лифтов, эксплуатирующихся в жилых и производственных зданиях (в соответствии с требованиями ПУБЭЛ);

– передача информации о состоянии датчиков лифта и дополнительных датчиков на центральный пульт (далее ЦП);

– контроль лифта по скорости движения в различных режимах его работы по состоянию и временным параметрам переключения датчиков с отключением лифта при возникновении аварийных ситуаций;

– защита эл. двигателя главного привода и привода дверей кабины от длительной работы и нарушения питающих фаз;

– сигнализация диспетчеру о проникновении посторонних лиц в машинное помещение и шахту лифта;

– обеспечение громкоговорящей связи пассажира лифта и диспетчера, машинного помещения (МП) и диспетчера, ремонтной связи;

– отключение лифта по команде с диспетчерского пульта;

– исключение подтягивания противовеса при неподвижной кабине лифта;

– передача информации о включении бесперебойного источника питания (далее БИП) при пропадании питающей сети лифтового блока БЛ;

– воспроизведение в кабине лифта заранее записанного речевого сообщения и дистанционное управление двумя объектами телеуправления с центрального пульта ЦП;

– аварийное освещение кабины лифта за счет встроенного в блок аккумулятора (БИП);

– авторизация обслуживающего персонала.

Для того чтобы передать полученную информацию, используют модуль связи, который принимает полученную информацию от лифтового блока и передает ее в диспетчерский пункт. К одному модулю связи можно подключить четыре лифтовых блока. Передача осуществляется через интернет, для этого подключаем в модуль связи модем или интернет-кабель. Если диспетчеризацию нужно провести в районах, где интернет отсутствует, то передача сигналов осуществляется через радиосвязь. В этом случае потребуется дополнительное радиооборудование. Модуль связи может работать как в режиме «передатчик», так и в режиме «приемник». Т. е. мы через радиосвязь передаем сигналы от МС «передатчиков» к модулю связи «приемник». Один МС «приемник» может получать сигналы от четырех МС «передатчиков» но расстояние между ними не должно быть больше 20 км.

При этом выделяются следующие основные функции модуля связи [2, с. 2]:

– связь с неограниченно-удаленными от диспетчерского пульта лифтовыми блоками;

– кодирование и декодирование речи в соответствии с современными стандартами сжатия, позволяющими получить максимальное уплотнение речевого потока с минимальными искажениями голоса;

– преобразование существующего протокола лифтовых блоков КДК в цифровые протоколы передачи данных и наоборот;

– обеспечение связи между несколькими узловыми модулями;

– возможность подключения к одному узловому модулю связи «Спутник» выполняющего функции приемника (Сервер) до четырех модулей связи «Спутник» выполняющих функции передатчика (Клиенты);
– гибкая настройка типов передаваемых сообщений на диспетчерский пульт в зависимости от пожеланий заказчика.

Переданная информация отображается на окне диспетчерского пульта (рис. 2). Диспетчер может отслеживать состояние работу лифта и в случае неисправности определить, по какой причине она произошла. Если в случае неполадки не удается перезапустить лифт, то диспетчер отправляет бригаду механиков для устранения неисправностей. Диспетчерским пультом может служить обычный персональный компьютер со специальным программным обеспечением.

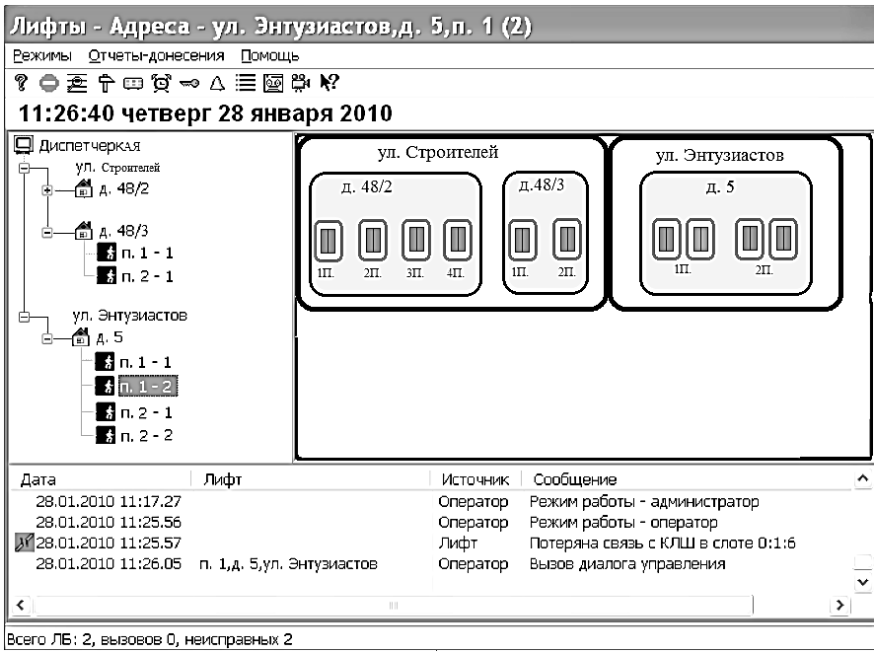


Рисунок 2 – Пример экранного вида диспетчерского пульта

В разобранной системе представлена диспетчеризация лифтового оборудования с использованием лифтового блока и модуля связи, которые позволяют собирать необходимою информацию о состоянии лифта и передавать ее на диспетчерский пульт, который может находиться на неограниченно-удаленном расстоянии. Данная система позволяет передавать информацию сразу о четырех лифтах через один адрес, что позволяет исключить лишнюю установку интернета.

Главным минусом такого метода диспетчеризации являются перебои в сети Интернет, потому что теряется связь с лифтом. В этом случае нужно ехать на объект и переключать модем вручную. По этой причине стараются применять кабельное соединение, т. к. оно более надежно.

Список литературы

1. ППК «ЭССАН-ЛИФТЭК». Руководство по эксплуатации лифтового блока БЛ-50 «Эконом», АБРМ 465211.045 РЭ, 2008.

2. ППК «ЭССАН-ЛИФТЭК». Руководство по эксплуатации модуля связи Lan/Internet «Спутник 5.0», АБРМ 426477.002-01 РЭ, 2009.

УДК 664

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЛУЧАЕМЫХ ГРАНУЛ В УПРАВЛЯЕМЫХ СЕГРЕГИРОВАННЫХ ПОТОКАХ

И. О. Плотникова, А. А. Иванова, А. В. Коняев, К. Б. Плотников, Ф. М. Азимджонов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Одна из ключевых задач для каждого государства – обеспечение населения полезным и здоровым питанием, а также решение проблемы продовольственной безопасности. В продуктах растительного происхождения находится колоссальное количество необходимых для организма веществ [1]. В Сибирском регионе ягодные культуры являются наиболее перспективными по сравнению с плодовыми, т. к. распространение плодовых растений сильно ограничено районированными сортами. Одним из способов решения проблемы является изготовление инстантированных гранулированных продуктов питания (ИГПП) с использованием плодово-ягодного сырья [2]. В наше время существует множество способов и методов гранулирования, имеющих свои преимущества и недостатки. На большинстве предприятий используется процесс структурообразования методом окатывания, что влечет за собой получение нестабильного гранулометрического состава. В последние годы все чаще находят применение аппараты, включающие в себя несколько различных способов гранулирования, например агломерирование окатыванием с подводом динамической нагрузки, поскольку их использование позволяет создать компактное и экономически обоснованное машинно-аппаратурное оформление процесса гранулирования [3]. Актуальным направлением на пути совершенствования процесса структурообразования и повышения эффективности существующих машин является твердофазная механическая активация исходного сырья. Применение в совокупности этих методов может позволить получить ИГПП с более высокими органолептическими и структурно механическими свойствами готового продукта [4]. Однако данные машины недостаточно изучены с точки зрения получаемого гранулометрического состава. Из вышесказанного следует вывод, что исследование процесса агломерирования в барабанном грануляторе с подводом динамической нагрузки в виде вибрационного поля и дальнейшим управлением сегрегированными потоками представляется актуальной задачей.

Исследования проводились в барабанном виброгрануляторе (БВГ) аналогичной конструкции, изложенной в работе [5]. Методика определения дисперсного состава исходной сыпучей смеси, подвергающейся гранулированию, заключалась в следующем. Сыпучая смесь до и после твердофазной механической активации проводилась микроскопическим методом с обработкой микрофотографий на ЭВМ в программе ImageTool v. 300. Сахар и высушенный жом измельчались на молотковой дробилке [6]. С целью изучения влияния твердофазной механической активации на процесс структурообразования гранул в разработанном БВГ картофельный крахмал подвергался измельчению в лабораторной мельнице МЛ-1 в течение 30 мин [7]. Фракционный состав исходных сыпучих компонентов представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Дисперсный состав исходных сыпучих компонентов

№, п/п	Размер фракции, мкм	Содержание фракции по массе, %			
		Сахарная пудра	Жом измельченный	Крахмал нативный	Крахмал измельченный
1	<4	2,3	1,5	5	2,5
2	4–8	6,7	3	10	10
3	8–20	8,8	5	25	12,5
4	20–40	30	24,5	35	20
5	40–80	35	41	15	35
6	>80	17,2	25	10	20

В качестве связующего раствора использовался концентрированный экстракт жимолости с различным содержанием сухих веществ. Физико-химические характеристики рабочих жидкостей определялись: плотность – пиктометрическим методом; вязкость – с использованием капиллярного вискозиметра типа ВПЖ-3 с погрешностью измерений ±0,3 % по ГОСТ 10028-81; поверхностное натяжение – методом Ребиндера, наибольшего давления пузырьков [8].

Для определения процесса агломерирования проводились определения гранулометрического состава по длине БВГ ситовым методом. Ситовой анализ применим для материалов с размерами частиц 10–0,04 мм, что соответствует шкале сит по ГОСТ 3584-73.

Анализ результатов исследований агломерирования гранул по длине БВГ. На рис. 1 видно, что процесс агломерирования по длине барабанного виброрегулятора имеет зависимость не только от угла наклона к горизонтальной плоскости, но и от режимных параметров. При малом угле наклона барабана на расстоянии 0,7 м по длине БВГ происходит срыв процесса грануляции в связи с образованием большого числа агломератов с последующим неконтролируемым структурообразованием. При угле наклона машины $\alpha > 7,5$ °С наблюдается большое количество несформировавшихся гранул, что влечет за собой повышение удельных затрат на дополнительную обработку продукта. Увеличение амплитуды и частоты колебаний оказывает меньшее воздействие на процесс агломерирования частиц, чем частота вращения ленточной мешалки. Это связано с тем, что при увеличении частоты вращения также увеличивается время нахождения гранулируемого продукта в БВГ. Физико-химические свойства связующей жидкости также оказывают влияние на процесс агломерирования, при этом кинетическая вязкость оказывает наибольшее влияние. Для исключения срыва процесса агломерирования необходимо увеличивать частоту вращения ленточной мешалки и частоту колебаний при увеличении динамической вязкости связующего. Количество рабочей жидкости определяется предварительными сериями экспериментов.

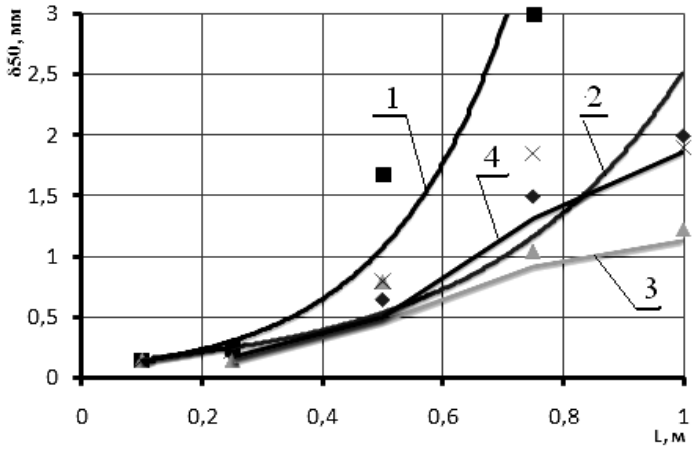


Рисунок 1 – Зависимость среднемедианного размера частиц от расстояния по длине БВГ отбора проб: 1 – α = 1°, n = 6 мин$^{-1}$; 2 – α = 3°, n = 6 мин$^{-1}$; 3 – α = 5°, n = 6 мин$^{-1}$; 4 – α = 3°, n = 4 мин$^{-1}$

На рис. 2 представлена гистограмма плотности распределения получаемых гранул по размерам. На рис. 2 можно увидеть, что отклонение гранулометрического состава от заданных параметров находится в пределах нормы (количество гранул в диапазоне от 0,5 до 3 мм, нормативное значение 98 %, поле допуска ±2 %).

В результате обработки полученных данных была получена экспериментально-статистическая модель:

$$_{50} = 0,15 + 0,475 \cdot A + 0,08 \cdot n + 0,5 \cdot \nu + 0,06 \cdot \alpha - 55,3 \cdot \mu_{ж} \cdot \nu - 0,0042 \cdot \rho_{ж} \cdot A \qquad (1)$$

где n – частота вращения ленточной мешалки, об/мин; A – амплитуда колебаний, мм; ν – частота колебаний, Гц; α – угол наклона БВГ, гр.; $\rho_ж$ – плотность жидкости, кг/м^3; $\mu_ж$ – динамическая вязкость рабочей жидкости, Па·с; $\sigma_ж$ - поверхностное натяжение жидкости, Дж/м^2; $\sigma_г$ – прочность гранул, МПа; δ_{50} – среднемедианный размер гранул, мм;

При R = 0,95 применимость уравнений (1) подтверждена в следующих пределах: A = 1–3 мм; n = 3–12 об/мин; ν = 20–50 Гц; α = 2,5–6 °С; $\rho_ж$ = 1014–1118 кг/м^3; $\mu_ж = (1{,}03–2{,}91) \cdot 10^{-3}$ Па·с; $\sigma_ж = (45{,}7–59{,}6) \cdot 10^{-3}$ Н/м.

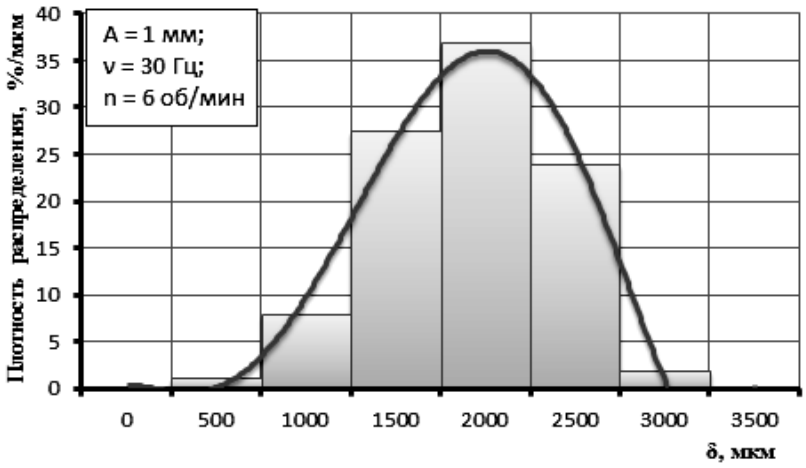


Рисунок 2 – Гистограмма распределения плотности получаемых гранул

В результате проведенной работы были установлены закономерности процесса агломерирования в условиях твердофазной механической активации картофельного крахмала от основных конструктивных и режимных параметров процесса. Получена экспериментально статистическая модель, описывающая процесс гранулирования в БВГ и пригодная для расчетной практики. Показана перспективность применения управляемых сегрегированных потоков в процессе гранулообразования.

Список литературы

1. Короткий, И. А. Сибирская ягода. Физико-химические основы технологий низкотемпературного консервирования / И. А. Короткий. – Кемерово : КемТИПП, 2007. – 146 с.

2. Попов, А. М. Физико-химические основы технологий полидисперсных гранулированных продуктов питания / А. М. Попов. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2002. – 324 с.

3. Варсонофьев, В. В. Вибрационная техника в химической промышленности / В. В. Варсонофьев, Э. Э. Кольмах-Иванов. – М. : Химия, 1985. – 240 с.

4. Дудкин, М. С. Новые продукты питания / М. С. Дудкин, Л. Ф. Щелкунов. – М. : МАИК «Наука», 1998. – 304 с.

5. Классен, П. В. Гранулирование / П. В. Классен. – М. : Химия, 1991. – 240 с.

6. Коузов, П. А. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей / П. А. Коузов, Л. Я. Скрябина. – Л. : Химия, 1983. – 143 с.

7. Твердофазная механохимическая обработка – перспективный метод модификации крахмалов для фармацевтической промышленности / Е. Т. Жилякова [и др.]. – Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 28–33.

8. Езерский, М. Л. Методы определения технологических характеристик фармацевтических порошков. II. Насыпной вес, объемная плотность, сыпучесть, угол откоса, слипаемость, сопротивление сдвигу / М. Л. Езерский // Химико-фармацевтический журнал. – 1977. – № 8. – С. 98–114.

УДК 681.51

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ОДНОКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО МАСЛА В МАСЛООХЛОДИТЕЛЯХ

А.В. Попов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Системы автоматического регулирования состоят из технологического объекта управления (ТОУ) и элементов управления, посредством которых осуществляется воздействие на ТОУ при изменении регулируемой переменной. Регулируемая переменная изменяется под влиянием управляющих или возмущающих воздействий. Цель регулирования – сформировать такие законы регулирования, которые способны поддержать регулируемую переменную на значении, которое практически не отличается от заданного значения. Синтез системы автоматического регулирования осложнен наличием возмущающих (случайных) воздействий со стороны окружающей среды. Процесс поддержания необходимой температуры масла необходим для охлаждения подшипников турбокомпрессора и электродвигателя, при производстве компримированного атмосферного воздуха на КАО «Азот», что на прямую влияет на производительность. Нарушение температурного режима приводит к выводу из строя технологического оборудования. Таким образом, чтобы обеспечить бесперебойную работу оборудования, необходимо поддерживать температуру технического масла в заданном интервале.

В качестве технологического объекта управления (ТОУ) выбран сборник выбраны маслоохладители 1 и 2, и контур регулирования температуры масла охлаждающегося с помощью них (рисунок 1). Для того, чтобы показать какие управляющие и возмущающие воздействуют на ТОУ составим структурную схему (рисунок 2).

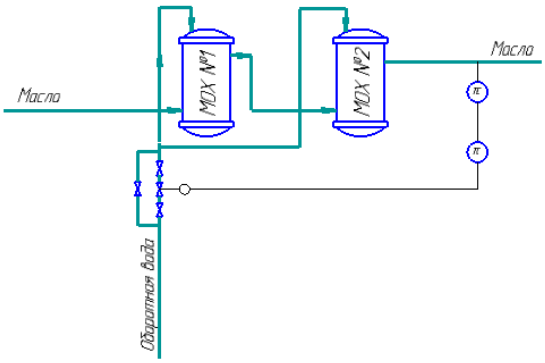


Рисунок 1 – Схема технологического объекта управления

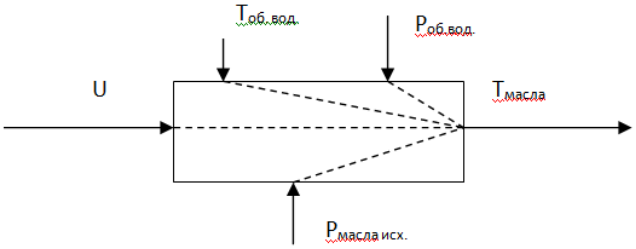


Рисунок 2 – Структурная схема технологического объекта управления:
$T_{масла.}$ – Температура масла после выхода с маслоохладителя, °С; u – положение клапана на трубопроводе подачи оборотной воды, %х.р.о.; $T_{об.вод}$ – Температура оборотной воды, поступающей в маслоохладители, °С; $P_{об.вод.}$ – Давление, под которым оборотная вода проходит через маслоохладители,кгс/см^2; $P_{масла.}$ – Давление, под которым масла проходит через маслоохладители,кгс/см^2.

Управляющий канал описывается передаточной функцией апериодического звена второго порядка с запаздыванием (1).

$$W(S) = \frac{k}{(T_3 \cdot S + 1)(T_4 \cdot S + 1)} \cdot e^{-\tau \cdot S}, \quad (1)$$

где k – коэффициент усиления объекта, °С/%х.р.о.;
T_3, T_4 – постоянные времени объекта, мин;
τ – время запаздывания, мин.
Параметры передаточной функции получены экспериментально (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры передаточной функции по управляющему каналу

k, °С/%х.р.о.	T_3, мин	T_4, мин	τ, мин
0,55	1,3	0,35	0,4

Расчет одноконтурной САР температуры расплавленной серы в сборнике выполнен в программе IPC-CAD. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1. Параметры настройки регулятора и показатели качества регулирования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета системы автоматического регулирования

Типовой процесс	Параметры настройки ПИД регулятора			Показатели качества регулирования		
	k_p, %х.р.о./ %шк.у	$T_{из}$, мин	$T_{пр}$, мин	$y_д$, %шк.у	ψ	t_p, мин
Апериодический	3,543	2,439	0,310	0,205	0,997	7,576
С умеренным затуханием	4,277	2,245	0,561	0,195	0,995	6,011
Колебательный	5,965	2,411	0,603	0,175	0,748	9,931

k_p – коэффициент усиления регулятора, %х.р.о./ %шк.у; $T_{из}$ – время изодрома, мин; $T_{пр}$ – время предварения, мин; $y_д$ – динамическая ошибка, %шк.у; ψ – степень затухания; t_p – время регулирования, мин.

Степень затухания выше 0,75 только у таких типовых процессов как, апериодический и с умеренным затуханием. Предпочтение отдается параметрам настройки ПИД регулятора, полученным для типового переходного процесса "Апериодический ". Прямые показатели качества регулирования для колебательного процесса не вышли за допустимые пределы, поэтому систему автоматического регулирования можно считать малочувствительной к изменению характеристик объекта управления. Степень затухания колебательного процесса также выше 0,75, поэтому можно сделать вывод, что система автоматического регулирования имеет достаточно большой запас устойчивости.

Передаточная функция ПИД-регулятора имеет вид (2).

$$W_p(S) = k_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_{из} \cdot S} + T_{пр} \cdot S\right) \quad (2)$$

$$W_p(S) = 3{,}543 \cdot \left(1 + \frac{1}{2{,}439 \cdot S} + 0{,}310 \cdot S\right)$$

Параметры настройки регулятора реальным объектом могут быть получены с помощью известных алгоритмов адаптации.

УДК 637.354:664.8.047

ОСОБЕННОСТИ ВАКУУМНОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТОВ

А. В. Попова, Е. В. Лысак
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В целях уменьшения объемов хранения различных продуктов, таких, например, как плодовых, фруктовых, овощных жидкостных полуфабрикатов, молочных продуктов и прочих, а также для получения различных консервированных продуктов на промышленных предприятиях, используется процесс концентрирования, в частности вакуумного, суть которого состоит в повышении уровня массовой доли растворенных веществ в продукте за счет удаления влаги в условиях пониженного давления.

Целью исследования процессов температурного вакуумного концентрирования гидролизатов является изучение параметров процесса вакуумирования, таких как температурный режим, тепловая нагрузка, остаточное давление, оказывающих влияние на конечный продукт [1].

Вакуумное концентрирование гидролизатов на сегодняшний день является актуальным и перспективным методом сохранения продуктов, позволяющий при оптимально подобранных параметрах обработки нести экономическую выгоду, как с точки зрения минимизации сопутствующих затрат, так и с точки зрения получения прибыли при сохранении качества получаемого продукта, его химико-технических показателей [2].

Процесс вакуумного концентрирования проводится в аппаратах с изменяемыми параметрами давления и температуры, а также способов подачи тепловой энергии. Определение оптимальных и рациональных режимов указанных выше параметров в отношении того или иного продукта возможно с помощью ряда методов эмпирического исследования.

Такой параметр процесса вакуумирования, как тепловая нагрузка на продукт, характеризует потребность продукта в тепловой энергии для течения процесса удаления влаги и его последующего концентрирования. Тепловая нагрузка есть передача определенного количества тепловой энергии в единицу времени. Проведение тепловой энергии к продукту возможно двумя способами: ступенчатым и импульсным [3].

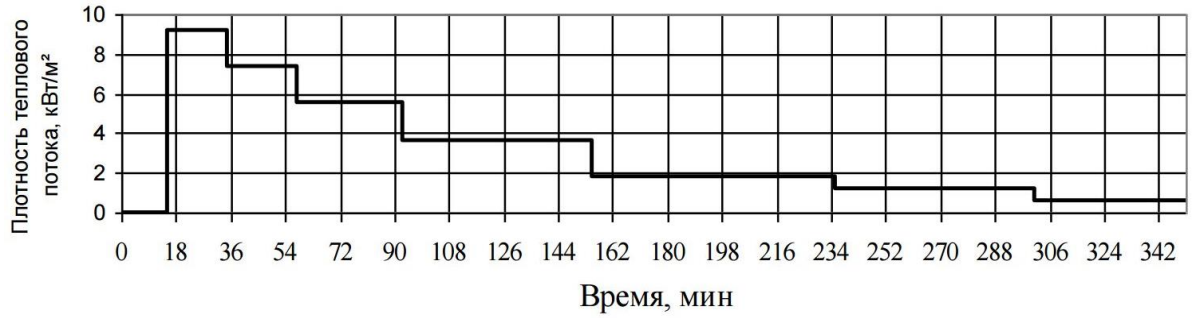
Ступенчатый способ передачи тепловой нагрузки на продукт характеризуется повышением температуры в камере до требуемой, а затем ее постепенное снижение от оптимальной до минимальной. Требуемая рациональная нагрузка определяется для каждого продукта отдельно.

Импульсный способ подведения тепловой нагрузки заключается в повышении температуры в камере до требуемой, затем ее снижение на расчетный дифференциал и повторное последующее повышение температуры до требуемой.

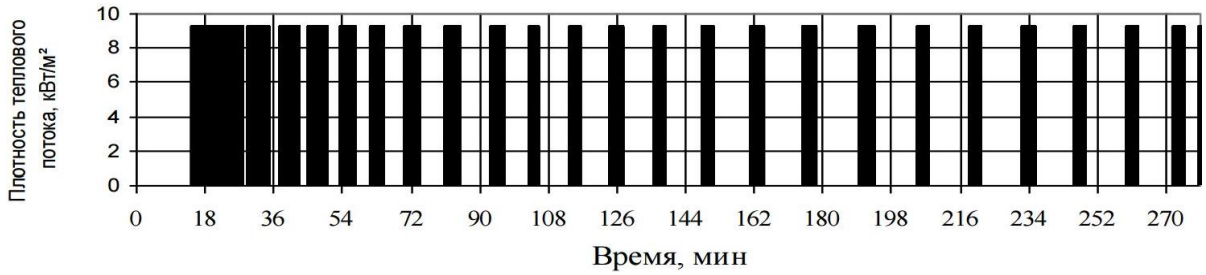
На рис. 1 приведены графики тепловой нагрузки при ступенчатом и импульсном способе подвода теплоты [3].

Еще один параметр температурного вакуумного концентрирования гидролизатов, наряду с другими, такой как остаточное давление, оказывает влияние на продолжительность процесса концентрирования, протекание химических реакций, возможные энергозатраты, качество конечного продукта.

Температурные процессы вакуумного концентрирования являются одними из ключевых параметров, влияющих на качественные показатели конечного продукта. Методы определения рационального температурного режима характеризуется повышением температуры на определенный дифференциал в соотношении с остаточным давлением и определением тепловой нагрузки на гидролизат и, соответственно, определение химико-технических показателей продукта после каждого температурного изменения.



а



б

Рисунок 1 – Графики тепловой нагрузки на инфракрасных лампах при ступенчатом (а) и импульсном (б) способе подвода теплоты

Таким образом, исследование процесса температурного вакуумного концентрирования гидролизатов способствует определённых методов подбора оптимальных параметров ключевых показателей процесса, таких как тепловая нагрузка, температурные режимы и остаточное давление с последующим эмпирическим исследованием и определением рациональных их показателей в отношении того или иного продукта.

Список литературы

1. Просеков, А. Ю. Подбор остаточного давления для вакуумного концентрирования жидких молочных продуктов / А. Ю. Просеков, В. А. Ермолаев // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 6. – С. 69–70.

2. Вакуумная инфракрасная сушка – технология щадящей переработки растительного и животного сырья / Л. Б. Ватникова [и др.] // Вестник сибирского университета потребительской кооперации. – 2012. – № 1 (2). – С. 96–100.

3. Ермолаев, В. А. Анализ ступенчатого и импульсного способов подвода теплоты при вакуумном концентрировании молочных продуктов / В. А. Ермолаев, Д. А. Башков, М. А. Брюханов // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 5. – С. 102–107.

УДК 662.66

ВЫБОР И АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ НА ПАО ЦОФ «БЕРЕЗОВСКАЯ»

Я. Л. Постников
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

На центральной обогатительной фабрике (ЦОФ) «Березовская» имеются следующие процессы, которые можно разделить по технологическому назначению на несколько групп. К первой группе относят подготовительные процедуры Их основная задача заключается в том, чтобы раскрыть компоненты горной массы, разделить на машинные классы и т.д. На данном этапе основными технологическими операциями являются грохочение и дробление. Задача процесса дробления состоит в том, чтобы разбить куски горной породы до определенных размеров. При этом применяют специальное оборудование. Грохочение заключается в разделении кусков породы по размеру на классы.

Задача основного этапа заключается в разделении полученных кусков угля на концентрат, промпродукт или микст. На ЦОФ «Березовская» применяют различные типы гравитационного обогащения: отсадку, винтовую и противоточную сепарацию, обогащение в тяжелых суспензиях. Также используется оборудование для обогащения угля, которое выполняет процедуру флотации. Такой способ обогащения предполагает использование разницу в физических и химических свойствах угля и примесей.

Также на ЦОФ «Березовская» используют вспомогательные процессы. К ним относятся операции по обезвоживанию или обеспыливанию. Процедура обезвоживания применима только к продуктам обогащения, прошедшим через гравитационную обработку. Для решения задачи обезвоживания применяют различные способы. Крупные куски (более 13 мм) обезвоживают с помощью грохотов, элеваторов или дренажных бункеров. Мелкие классы породы подвергают процессу центрифугирования. Дополнительно может выполняться термическая сушка материала. Обеспыливание состоит в отделении из угля частиц пыли размером, меньшим 0,5 мм. Обеспыливание выполняется двумя способами. Мокрый способ использует грохоты или гидроциклоны, Сухой способ – воздушные классификаторы различных конструкций.

Объектом автоматизации на ЦОФ «Березовская» выбран тяжелосредный гидроциклон с периферийным оборудованием, предназначенный для обогащения углей с трудной обогатимостью.

Из существующих на фабрике технологий обогащения углей с трудной обогатимостью используется технология обогащения углей в тяжелосредных сепараторах. Тяжелосредный сепаратор по техническим характеристикам не предназначен для обогащения рядового угля класса от 0,5 до 13 мм.

Технология обогащения в тяжелосредном гидроциклоне включает следующие этапы: классификация рядового угля на инерционных грохотах, при этом надрешетный продукт поступает на обогащение с существующий тяжелосредный сепаратор, подрешетный продукт в воронку питания гидроциклона, далее суспензия подается в тяжелосредный гидроциклон, где происходит обогащение угля в магнетитовой суспензии. Для сокращения потерь магнетита регенерация происходит на магнитных сепараторах. Полученный концентрат поступает в инерционный грохот для обезвоживания и далее в существующую технологическую цепочку.

Для повышения эффективности управления технологическим процессом обогащения угля и, вследствие этого, улучшение технико-экономических показателей функционирования ЦОФ «Березовская» необходимо создать автоматизированную систему управления.

Основная цель создания автоматизированной системы управления:

- сокращение потерь концентрата при обогащении в тяжелосредном гидроциклоне;
- уменьшение вероятности ошибочных действий со стороны персонала;
- повышение надёжности и безаварийности работы технологического оборудования;

– повышение качества управления процессом обогащения в тяжелосредном гидроциклоне.

Достижение поставленной цели обеспечивается по следующим направлениям:

Автоматизация информационных и управляющих функций при решении задач:

– оперативного формирования и анализа информации об изменениях режимов функционирования и состоянии технологических процессов, агрегатов и оборудования;

– оперативной согласованной коррекции заданий на режимные параметры технологических процессов;

– оперативной реализации управляющих решений и регулирования технологических параметров;

– контроля, учета и анализа нарушений технологической и производственной дисциплины, эффективности управления.

Повышение надежности АСУ ТП, оперативности и качества контроля и управления за счет:

– применения современных технических средств, методов и алгоритмов автоматического контроля, анализа, диагностики состояния и управления технологическими процессами и оборудованием;

– комплексного и детального отображения информации о состоянии оборудования и агрегатов, изменениях технологических параметров, действий оперативного персонала в системе;

– использования в качестве технической базы на уровне автоматического контроля и управления современного микропроцессорного контроллера, обладающего высокой надежностью, большим сроком наработки на отказ, простотой замены вышедших из строя элементов, расширения технической структуры, модификации математического и программного обеспечения;

– минимизации количества малонадежных электромеханических устройств в локальных системах логического контроля и управления отдельными механизмами и агрегатами.

АСУ ТП должна предусматривать возможность связи с промышленной сетью предприятия, формирования отчетов, получения данных клиентским ПО АРМ.

Должна быть предусмотрена возможность для расширения перечня объектов автоматизации, без существенной реконструкции и ухудшения технических характеристик, а также существенного увеличения времени опроса устройств нижнего уровня.

Предполагаемая структура технических средств АСУ:

– верхний уровень – АРМ обслуживающего персонала/SCADA оператора;
– средний уровень – подсистема контроля и управления на базе ПЛК;
– нижний уровень – датчики и силовые исполнительные устройства.

АСУ должна обеспечивать непрерывный круглосуточный режим работы оборудования, простоту монтажа и эксплуатации, а также работу в различных климатических условиях, включая запыленность и повышенную влажность.

Все оборудование автоматики должно иметь схему электропитания, обеспечивающую сохранение работоспособности при скачках напряжения, кратковременных аварий в сети электроснабжения и пропадания питающего напряжения, а также сконструирована таким образом, чтобы обеспечить свободный доступ к отдельным устройствам для контроля их работоспособности и замены.

Основным средством предоставления информации аппаратчику (машинисту установок обогащения) должен являться цветной графический сенсорный дисплей.

Основной задачей является визуализация технологического процесса (отображение объектов и их свойств текстом и графическими элементами, графиков) в реальном времени с возможностью местного управления.

Количество автоматизированных рабочих мест: АРМ аппаратчика тяжелосредного гидроциклона; SCADA оператора (диспетчера) фабрики.

УДК 664.65

БАРАБАННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОДВЕДЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ВИБРАЦИИ

М. Н. Потапова, М. Т. Шулбаева, С. С. Комаров
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время во многих технологических процессах получения различных пищевых продуктов и полуфабрикатов применяется смешивание сыпучих материалов. Цель процесса смешивания - получение максимально однородной смеси двух и более компонентов. В исходном состоянии компоненты смеси имеют максимальную неоднородность, при которой каждый компонент смеси находится в предоставленном ему объеме. Для качественного протекания процесса необходимо организовать перемещение частиц компонентов друг относительно друга во всем объеме. Подвижность частиц обеспечивается в результате такого силового воздействия на материал, как вращение всего объема материала, перемешивание лопастями, подвод вибрации, перевод материала в разреженное состояние. Смешивание можно проводить в периодическом или непрерывном режиме. В случае периодического смешивания исходные материалы загружаются в смеситель полностью и перемешиваются в течении определенного промежутка времени, после чего готовая смесь выгружается. Оборудование для смешивания по периодической схеме проще и дешевле, однако требует контроля соотношения компонентов на стадии загрузки материалов, а также дополнительное время на загрузку и выгрузку материалов. Агрегаты непрерывного действия подразумевают использование дозирующих станций, постоянно подающих исходные компоненты в смеситель и одновременную выгрузку готового продукта, что позволяет автоматизировать процесс. Производительность в данном случае регулируется настройкой дозаторов. Этот метод наиболее предпочтителен в промышленной практике [1].

Барабанные смесители с вращающимся корпусом являются достаточно распространенными аппаратами для смешивания сыпучих материалов. Им свойственно небольшое потребление энергии, они эффективно перемешивают и сохраняют структуру смешиваемых материалов. Для улучшения качества смеси, увеличения времени пребывания частиц в аппарате в барабан могут быть добавлены перемешивающие устройства – лопасти, перегородки, вставки.

Известен барабанный смеситель непрерывного действия [2], состоящий из рамы, опор, барабана, с расположенными внутри него Г-образными лопастями, загрузочного и разгрузочного устройств. Этот смеситель обеспечивает качественное смешивание сыпучих материалов при соотношении компонентов до 1:40.

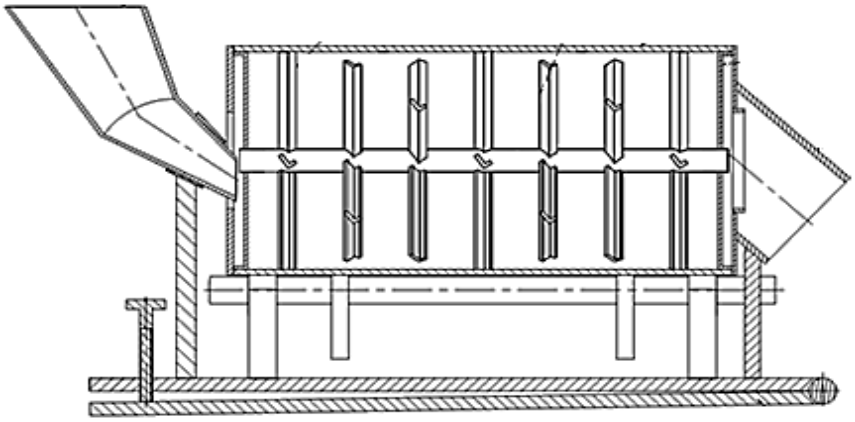


Рисунок 1 – Барабанный смеситель с внутренними Г-образными лопастями

Особенностью этого смесителя является вставка с Г-образными лопастями, расположенными на общем валу и имеющими возможность поворота друг относительно друга на 360°. Благодаря данной вставке, появляется возможность организовать внутреннюю рециркуляцию смеси, а так же настроить взаимное расположение лопастей под смеси с различным гранулометрическим составом. Например для материалов с большим относительным размеров частиц предпочтительней использовать шахматное расположение Г-образных лопастей, а для материалов с мелкой фракцией следует выбирать спиралевидное расположение лопастей [3].

Однако при работе возможно налипание частиц плохосыпучих компонентов на внутренние части смесителя, создавая застойные зоны, к недостаткам так же можно отнести уменьшение значения критической скорости вращения барабана из-за наличия внутренних Г-образных лопастей, которые увлекают материал за собой.

Для решения этих проблем в Кемеровском государственном университете в смесительно-дозировочной лаборатории кафедры технологического проектирования пищевых производств был разработан смеситель, в котором предложено воздействовать энергией вибрации на сыпучие компоненты смеси, перемещаемые в продольном и поперечном направлениях барабана, за счет установки на станину смесителя с верхней стороны вибрационного устройства, а с нижней – виброопор.

На рис. 2 изображен общий вид барабанного СНД.

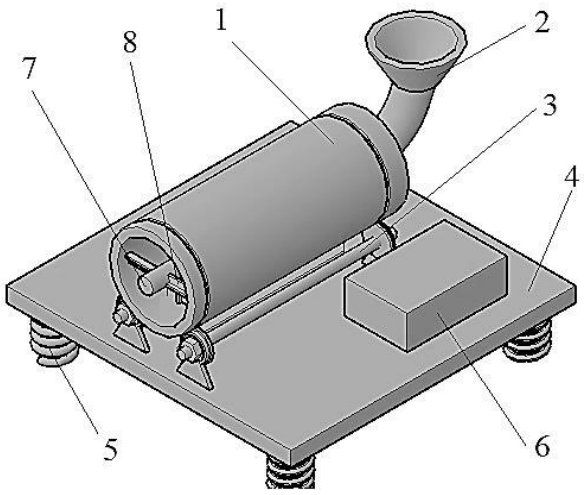


Рисунок 2 – Общий вид барабанного смесителя непрерывного действия.

Барабанный смеситель содержит: барабан (1) с устройством загрузки (2), установленный на вращающихся роликах (3), которые закреплены на станине (4). Для создания виброкипящего состояния плохосыпучих материалов станина (4) установлена на виброопорах (5) и оснащена вибрационным устройством 6. Внутри барабана расположен вал (7) с Г-образными лопастями (8).

Через устройство загрузки (2) плохосыпучие материалы подаются во вращающийся на роликах (3) барабан (1) и, попадая на рабочие поверхности Г-образных лопастей (8), установленных в спиралевидном или шахматном порядке на валу (7), разделяются на два потока. Эти потоки перемещаются одновременно и в продольном, и в поперечном направлении образующей барабана, при этом смешиваясь в общий поток, движущийся вдоль барабана (1). При смешивании плохосыпучих материалов возникают процессы агломерации и конгломерации, приводящие к прилипанию смешиваемых частиц как друг к другу, так и к внутренней поверхности и Г-образным лопастям барабана (1). Это негативно влияет на качество процесса смешивания. Этот недостаток устраняется при помощи установки на верхней части станины (4) вибрационного устройства (6), а на нижней е виброопор (5).

Вибрационное устройство (6) создает вибрацию с частотой 10–16 Гц (частота вибрации зависит от адгезионных свойств перемешиваемых материалов), которая передается барабану (1) и находящемуся внутри него материалу [4, 5]. Установка виброопор (5) в нижней части станины (4) позволяет сохранять требуемую амплитуду вибрации. В результате плохосыпучие материалы переходят в виброкипящее состояние, при этом разрушая силы сцепления между частицами и Г-образными лопастями, что в итоге приводит к повышению качества процесса смешивания. Пройдя по всей длине барабана общий однородный поток выгружается из барабанного смесителя.

На рис. 3 представлена схема движения плохосыпучих материалов внутри барабана смесителя в продольном направлении. На рис. 4 представлена схема движения плохосыпучих материалов внутри барабана смесителя в поперечном направлении.

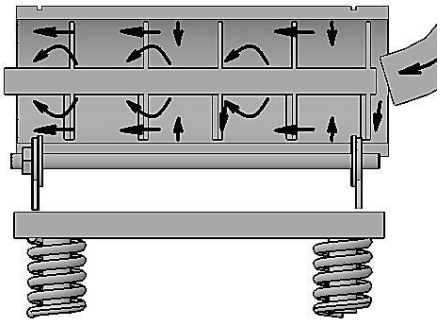


Рисунок 3 – Движение материалов внутри смесителя в продольном направлении

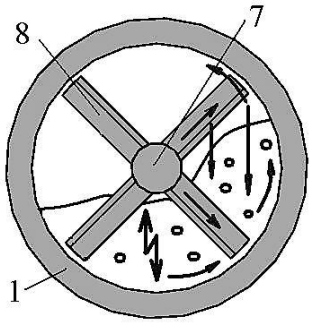


Рисунок 4 – Движение материала внутри смесителя в поперечном направлении

Таким образом, предложенное техническое решение позволяет повысить качество процесса смешивания плохосыпучих материалов за счет организации виброкипящего состояния при их соотношении в диапазоне от 1:10 до 1:60. Это достигается за счет установки на станину смесителя с верхней стороны вибрационного устройства, а с нижней – виброопор.

На новой конструкции были проведены исследования по определению сглаживающей способности смесителя и качества смесеприготовления (с помощью коэффициента неоднородности *Vc,* %). Исследования проводились на компонентах имеющих различные физикоемеханические характеристики (манная крупа е сахар песок, мука е каменная соль, песокеферромагнитный порошок). Эксперименты проводились следующим образом: в барабанный смеситель исследуемой конструкции непрерывным потоком подавался основной компонент. Индикатор, в количестве 8–10 % от загрузки СНД, вводился в рабочую камеру аппарата практически мгновенно (не более 2 с), затем начинался отбор проб (по 30–50 г) на выходе из него. По результатам проведенных исследований сглаживающую способность смесителя на разных частотах вращения барабана. Коэффициент неоднородности (*Vc,* %) определяли с помощью электронного частотомера (смесь

песокеферромагнитный порошок) и с помощью химического и ситового анализа. Полученные результаты сравнили с показаниями смесителя без подведения энергии вибрации при работе с теми же режимными параметрами.

Эксперименты показали, что сглаживающая способность смесителя увеличилась на 5–9 % в зависимости от частоты вращения барабана, а коэффициент неоднородности Vc [6, 7] для плохосыпучих материалов уменьшился с 9–11 % до 6–7 %. Из этого можно сделать вывод о положительном влиянии виброожижения смешиваемых материалов при приготовлении многокомпонентных смесей с помощью барабанного смесителя непрерывного действия.

Список литературы

1. Иванец, В. Н. Опыт разработки центробежных смесителей непрерывного действия для дисперсных материалов / В. Н. Иванец, И. А. Бакин, В. И. Маньянов // Материалы региональной выставки е ярмарки новых разработок и технологий в области пищевой и перерабатывающей промышленности, услуг в торговле и общественном питании. – 2005. – С. 110–122.

2. Пат. 2508937 Российская Федерация, МПК B01F9/02. Барабанный смеситель/ Иванец В. Н. Бородулин Д. М., Комаров С. С. Заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, № 2012128003/05, заявл. 03.07.2012 ; опубл. 10.03.2014, Бюл. № 32.

3. Комаров С. С. Разработка и исследование барабанного смесителя непрерывного действия для приготовления сухой йогуртной основы : дис. … канд. техн. наук : 05.18.12 / Комаров Сергей Сергеевич. – Кемерово, 2016.

4. Шушпанников, А. Б. Обоснование выбора вибропривода для винтовых смесителей / А. Б. Шушпанников // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 1. – С. 94–100.

5. Потапов, А. Н. Интенсификация массообменных процессов в вибрационном экстракторе / А. Н. Потапов, В. Н. Иванец // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – Т. 1. –С. 88–92.

6. Бородулин, Д. М. Определение сглаживающей способности барабанного смесителя непрерывного действия с регулируемыми лопастями / Д. М. Бородулин, С. С. Комаров // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4. – С. 107–112.

7. Комаров, С. С. Определение качества смеси сухой йогуртной основы в зависимости от конструктивных и технологических параметров работы барабанного смесителя / С. С. Комаров // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-4. – С. 693–696.

УДК 637.352: 536.2.081.7

АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЯГКИХ СЫРОВ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

Е. А. Равнюшкин, В. А. Ермолаев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Сушка является эффективным способом продления сроков хранения пищевых продуктов. Данный метод может использоваться для переработки большинства видов продукции, характеризующейся низкой хранимоспособностью [1]. К числу таких продуктов относятся сыры [2]. Низкая хранимоспособность данного продукта обусловлена относительно высоким содержанием влаги и специфическим составом. Благодаря обезвоживанию появляется возможность не только существенно продлить сроки хранения сыров, но и сократить занимаемый ими объем благодаря усадке.

Одними из важных факторов, которые следует учитывать при моделировании тепло-массопереноса в процессе сушки, являются теплофизические свойства [3]. К теплофизическим свойствам можно отнести теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и плотность.

Целью настоящей работы являлось исследование теплофизических свойств сыров в процессе сушки.

В качестве объектов исследований были выбраны сыры следующих марок: «Адыгейский», «Рокфор» и «Русский камамбер».

Сыры обезвоживали в вакуумной сушильной установке (рис. 1) при температуре 60 °С, остаточном давлении 4–5 кПа и плотности теплового потока 5,5 кВт/м^2 до заданного влагосодержания.

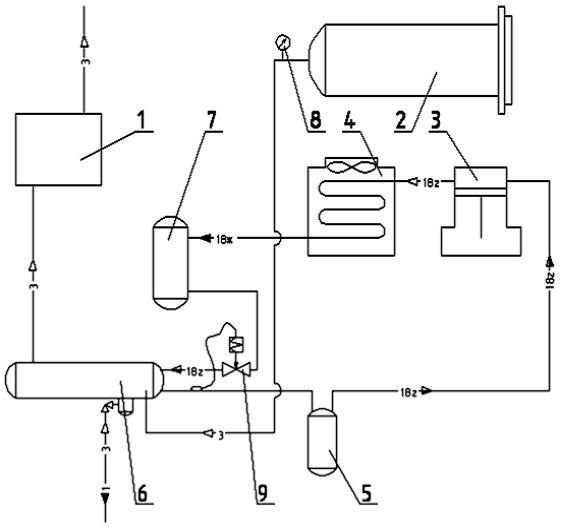


Рисунок 1 – Схема вакуумной сушильной установки:
1 – вакуум-насос; 2 – рабочая камера; 3 – компрессорный агрегат; 4 – конденсатор; 5 – отделитель жидкости; 6 – десублиматор (испаритель); 7 – ресивер; 8 – вакуумметр; 9 – ТРВ

Теплофизические свойства определяли как экспериментальным, так и расчетным путем.

Для расчета теплофизических показателей использовались следующие формулы:

– для определения плотности [4]:

$$\rho = \sum_{k=1}^{n} \chi_k \Big/ \sum_{k=1}^{n} \frac{\chi_k}{\rho_k} \tag{1}$$

где $\chi_к$ – массовая доля компонента; ρ_k – плотность компонента.

– для определения удельной теплоемкости [4]:

$$c = \sum_{k=1}^{n} (c_к \chi_к) \tag{2}$$

где $c_к$ – теплоемкость компонента, кДж/(кг · К).

– для определения коэффициента теплопроводности [4]:

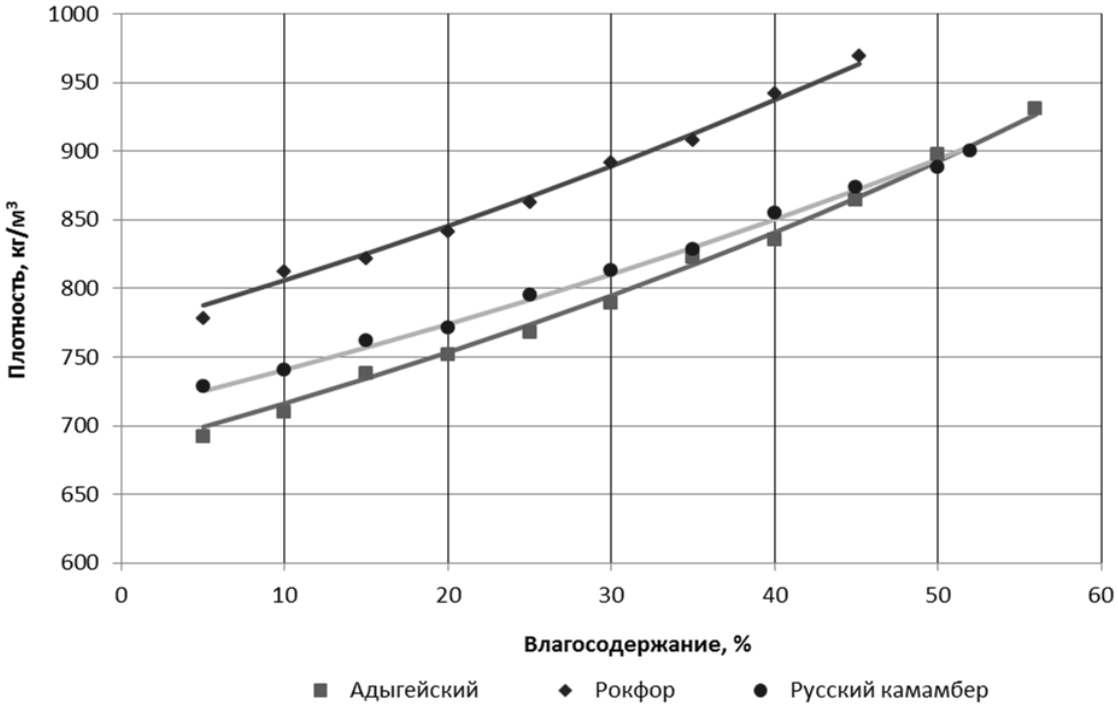
$$\lambda_{эф} V = \sum_{k=1}^{n} \lambda_k V_k \tag{3}$$

где $\lambda_{эф}$ – эффективный коэффициент теплопроводности продукта, Вт/(м · К); λ_k – коэффициент теплопроводности компонента Вт/(м · К); V_k – объем, занимаемый компонентом, м^3; V – полный объем продукта, м^3.

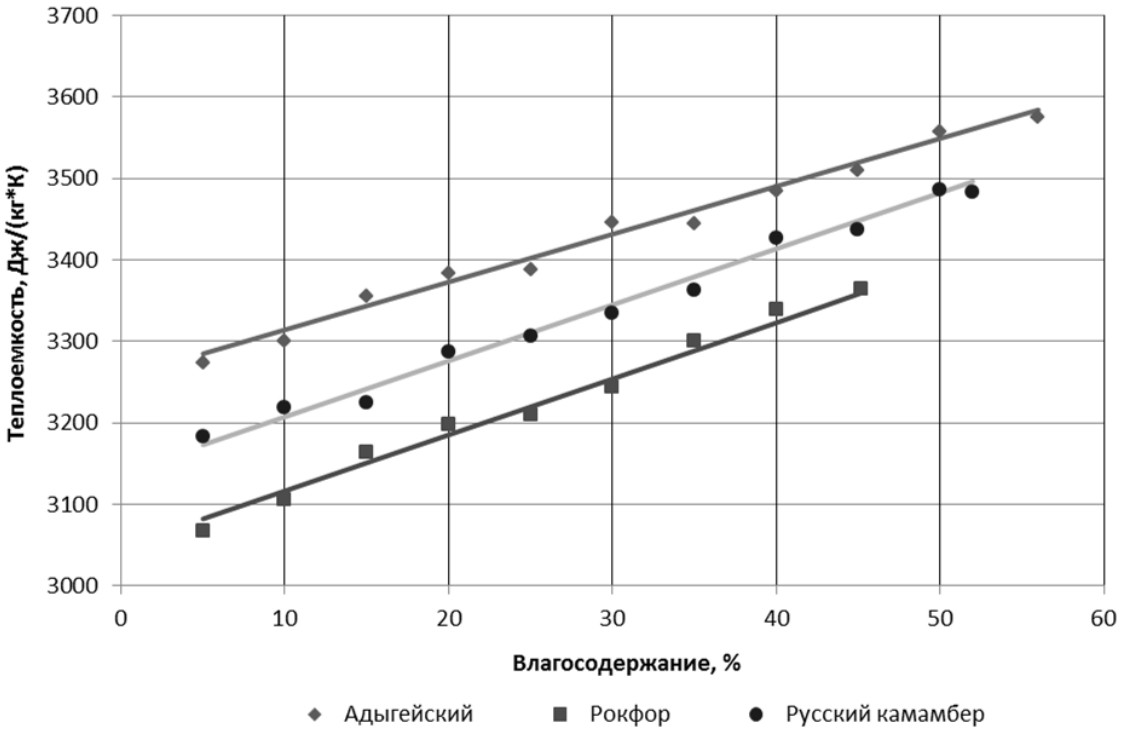
– для определения температуропроводности:

$$a = \frac{\lambda}{c\rho} \tag{4}$$

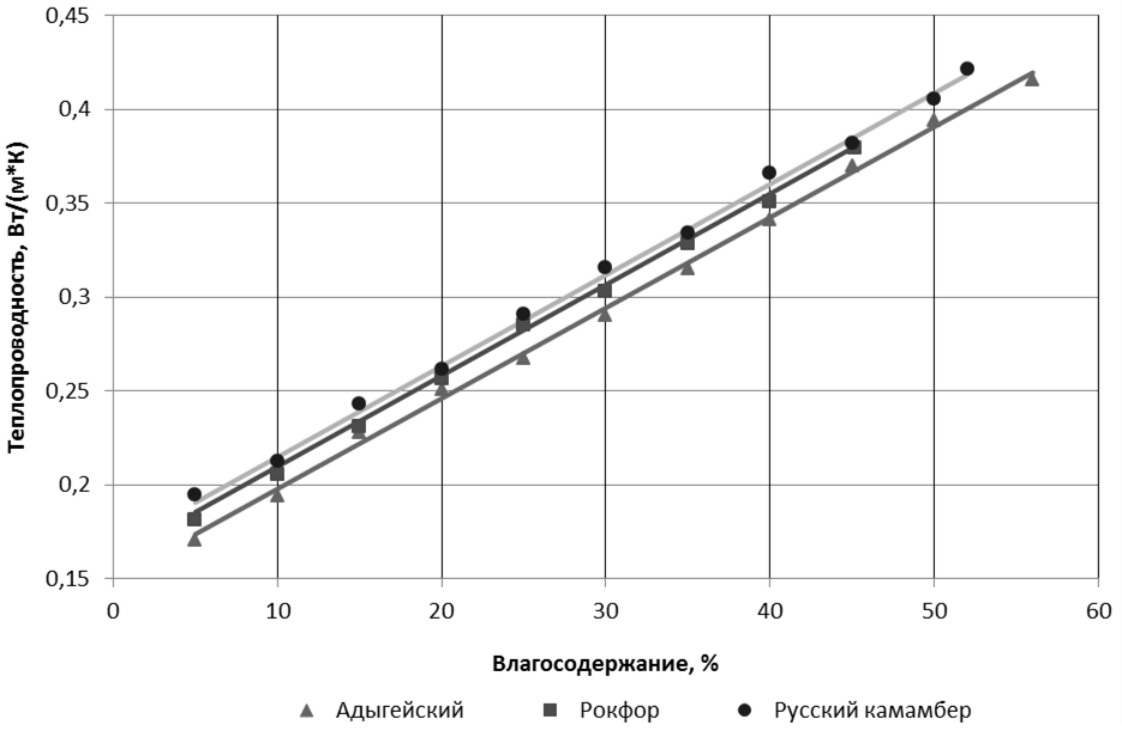
На рис. 2 представлены графики сравнения расчетных и экспериментальных данных по теплофизическим свойствам сыров при различном содержании влаги.



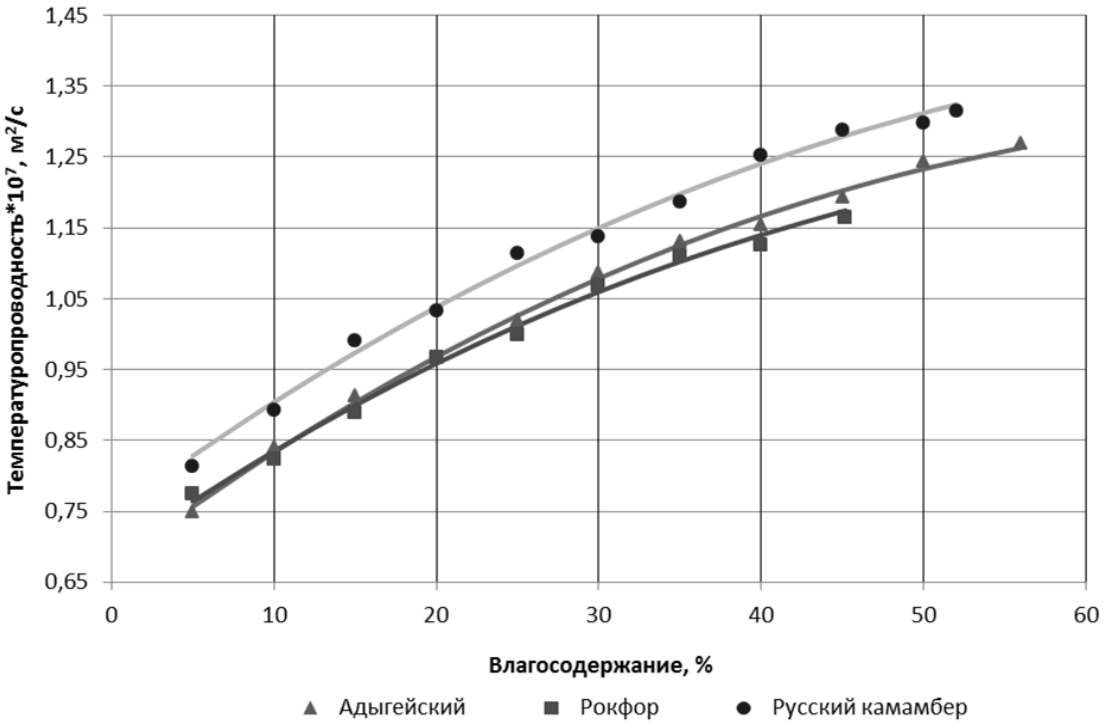
а


Теплоемкость, Дж/(кг*К)
3700
3600
3500
3400
3300
3200
3100
3000
0
10
20
30
40
50
60
Влагосодержание, %
Адыгейский
Рокфор
Русский камамбер

б


Теплопроводность, Вт/(м*К)
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0
10
20
30
40
50
60
Влагосодержание, %
Адыгейский
Рокфор
Русский камамбер

в



г

Рисунок 2 – Зависимость плотности (а), теплоемкости (б), теплопроводности (в) и температуропроводности (г) от содержания влаги в сырах. Сплошные линии – расчетные данные, точки – экспериментальные данные

Расчетная плотность сыров «Адыгейский», «Рокфор» и «Русский камамбер» до сушки составила 926, 923 и 963 кг/м^3 соответственно. После обезвоживания до влагосодержания около 5 % плотность снижается в среднем на 18–25 %, что вызвано формированием воздушных пор в сухом продукте. По графикам, представленным на рис. 2а, были получены следующие уравнения:

$$\begin{aligned}\rho_{Адыг} &= 0,0245 \cdot U^2 + 2,943 \cdot U + 684,39;\\ \rho_{Рокф} &= 0,0221 \cdot U^2 + 3,2805 \cdot U + 770,95;\\ \rho_{Рус.кам.} &= 0,0177 \cdot U^2 + 2,7721 \cdot U + 711,21;\end{aligned} \quad (5)$$

Наименования сыров указаны в нижних регистрах.

Зависимости теплоемкости и теплопроводности сыров от содержания влаги имеют линейный характер. Для математического описания указанных зависимостей могут использоваться следующие уравнения:

– теплоемкость сыров:

$$\begin{aligned}c_{Адыг} &= 5,87 \cdot U + 3255,5;\\ c_{Рокф} &= 6,875 \cdot U + 3047,8;\\ c_{Рус.кам.} &= 6,875 \cdot U + 3138,6;\end{aligned} \quad (6)$$

– теплопроводность сыров:

$$a_{Адыг} = 0,0048 \cdot U + 0,1496;$$
$$a_{Рокф} = 0,0048 \cdot U + 0,1613;$$
$$a_{Рус.кам.} = 0,0048 \cdot U + 0,1664; \quad (7)$$

Температуропроводность сыров до сушки лежит в диапазоне (1,17–1,32) · 10^7 м^2/с. В процессе удаления влаги наблюдается нелинейное снижение температуропроводности в среднем на 35–40 % в зависимости от марки исследуемого сыра.

Указанные зависимости можно описать следующими уравнениями:

$$\lambda_{Адыг} = -0,0001 \cdot U^2 + 0,0168 \cdot U + 0,676;$$
$$\lambda_{Рокф} = -0,0001 \cdot U^2 + 0,0156 \cdot U + 0,689;$$
$$\lambda_{Рус.кам.} = -0,0001 \cdot U^2 + 0,0165 \cdot U + 0,7489; \quad (8)$$

Степень отклонений расчетных и опытных данных не превышает 2,5 %.

Таким образом, были исследованы теплофизические свойства сыров в процессе сушки. Получены уравнения зависимости плотности, теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности от содержания влаги в сырах.

Список литературы

1. Вакуумная инфракрасная сушка – технология щадящей переработки растительного и животного сырья / Л. Б. Ратникова [и др.] // Вестник Сибирского университета потребительской кооперации. – 2012. – № 1(2). – С. 96–101.

2. Ермолаев, В. А. Разработка технологии вакуумной сушки обезжиренного творога : дис. … канд. техн. наук : 05.18.04 / Ермолаев Владимир Александрович. – Кемерово, 2008. – 168 с.

3. Расщепкин, А. Н. Динамика изменения теплофизических характеристик плодов и ягод при сублимационной сушке / А. Н. Расщепкин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6 (117). – С. 89–94.

4. Короткий, И. А. Исследование и разработка технологий замораживания и низкотемпературного хранения плодово-ягодного сырья Сибирского региона : дис. … д-ра техн. наук : 05.18.04 / Короткий Игорь Алексеевич. – Кемерово, 2009. – 410 с.

УДК 621.928:664

РАЗРАБОТКА АППАРАТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЗКИХ НАПИТКОВ

А. А. Радченко, А. А. Соломенцев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Совершенствование технологии получения продуктов питания всегда был одной из приоритетных задач науки и техники. С учетом направления развития данной отрасли науки невозможно представить разработку перспективных технологических операций без модернизации аппаратов, в которых осуществляется переработка сырья. В связи с этим вопрос конструктивного совершенствования аппаратурного оформления процессов получил в последнее время новый импульс.

В пищевой промышленности интенсификация производства экстрактов вязких напитков достигается за счет более полного извлечения извлекаемых веществ из перерабатываемого сырья и уменьшения продолжительности разных стадий технологического процесса. Одним из путей достижения этого результата является использование высокоэффективных экстракционных установок [1].

Основной проблемой является то, что существующие экстракторы обладают рядом недостатков, к которым можно отнести высокие удельные металлоемкость и энергоемкость. Помимо прочего наблюдаются низкая степень извлечения экстрактивных веществ из сырья и высокие экономические затраты на получение готового экстракта (конечного продукта).

На примере рассмотренных экстракционных и смесительных аппаратов [2, 3], используемых в разных отраслях промышленности, был разработан и сконструирован непрерывно действующий экстрактор центробежного типа системы «твердое тело – жидкость», который используется в ряде случаев в качестве аппарата для получения экстрактов из растительного сырья, композиций и напитков.

Краткая техническая характеристика лабораторного центробежного экстрактора (ЦЭ): Рабочий объем ЦЭ $4 \cdot 10^{-3}$ м^3; частота вращения рабочего органа 400–2500 об/мин; количество отверстий на нижнем основании ротора от 5 до 7 шт. Пропускные отверстия на стенках ротора выполнялись по винтовой линии в количестве от 12 до 24 шт.

Для проведения экспериментов в качестве жидкой фазы предварительно брали спирт высшей степени очистки [4], а в качестве твердой фазы были выбраны плоды черной смородины и рябины.

Спирт высшей степени очистки подвергается минимальной фильтрации от сивушных масел и примесей. Основная часть водочной и ликероводочной продукции изготавливается именно из спирта класса «Высшая очистка», так как это один из наиболее доступных и относительно качественных спиртов для использования в пищевой и алкогольной продукции. Крепость спиртов высшей очистки составляет 96,2 %.

При выборе продукта твердой фазы учитывались факторы доступности и насыщения полезными свойствами ягод.

Плод черной смородины – ягода диаметром от 4 (дикие формы) до 16 (культурные сорта) мм. Плодоносит с середины июля до середины августа. Плоды в больших количествах содержат витамины B_1, B_2, B_3, B_6, С. Причем по содержанию витамина С черная смородина является лидером среди других ягод. Кроме этого, черная смородина очень богата пектином, что при ее регулярном употреблении приводит к выведению из организма радионуклидов, тяжелых металлов, продуктов метаболизма. Этот плод довольно устойчив к процессам нагрева и при этом сохраняет свои полезные свойства.

В зависимости от вида сорта плоды рябины могут достигать в диаметре 0,8–1,7 см. Они имеют шаровидную форму и яркую красно-оранжевую окраску. Начало созревания зависит от географического положения, чаще всего приходится на период с начала сентября по октябрь. Плоды рябины могут содержать в себе огромное количество витаминов (С, Е, Р, К), до 5 % фруктозы, 0,9 % сахарозы, 4 % глюкозы, немного сорбозы, до 3,8 % яблочной,

янтарной, сорбиновой и винной кислот. Из микроэлементов выявлены железо, цинк, марганец, магний и медь. Кроме того, в них немало и витаминов, фолиевой кислоты и каротина.

При проведении экспериментов на разработанном аппарате в необходимом количестве и различных соотношениях замороженные плоды черной смородины и рябины погружали в шнековый дозатор, а водно-спиртовой раствор наливали в вертикальный дозатор до определенной отметки. Опытным путем была подобрана частота вращения двигателя, необходимая для проведения эксперимента.

Факторы, влияющие на процесс экстрагирования: температура проведения эксперимента – T, °C; частота вращения ротора – n, об/мин; продолжительность проведения процесса – τ, мин; соотношение количества твердой фазы к жидкой – q, влияющей на содержание целевых компонентов твердой фазы в экстракте – C, %.

В ходе экспериментов вариации подвергались следующие параметры: продолжительность процесса экстрагирования τ – 10–45 мин., температура проведения экспериментов T – 30, 60, 90 °C, частота вращения ротора n – 600–1500 об/мин и соотношение вносимых продуктов q – 1/5–1/3.

При работе экстрактора твердая фаза не подвергалась разморозке в целях исключения дополнительного технологического процесса и сохранения в ягодах всех полезных свойств, которые могут уменьшиться при размораживании. Во время некоторых опытов шнековый дозатор не был задействован, т. к. твердая фаза подавалась вручную. Отсчет времени проведения эксперимента начинался с момента включения лабораторной установки с заранее загруженным сырьем. Окончанием экстрагирования одной из проб считался момент извлечения экстракта из выходного патрубка.

Методика проведения экспериментов заключалась в следующем. В верхнюю часть работающего в настроенном режиме экспериментального экстрактора подавали 30 г замороженного растительного сырья (ягоду черной смородины, рябины). Также сверху одновременно подавали 90–150 г экстрагента (30 % водно-спиртовой раствор). После проведения экстракционного процесса в течение определенного времени производили отбор проб на выходе из аппарата. Количество извлекаемых веществ в отбираемых пробах определялось по содержанию сухих веществ рефрактометрическим методом.

Проведенные исследования в лаборатории кафедры «Технологическое проектирование пищевых производств» показали целесообразность применения разработанного экстрактора для получения вязких напитков. Было выявлено, что при работе этого экстрактора происходит измельчение плодов до размера частиц 0,8–1,6 мм, что благоприятно сказывается на эффективности извлечения и значениях коэффициента массоотдачи. В ходе испытаний были определены основные технические параметры аппарата: частота вращения 750–1100 об/мин; количество отверстий на дне ротора – 4; количество пропускных отверстий – 18. При таких технических характеристиках были получены наиболее качественные конечные продукты.

Список литературы

1. Белоглазов, И. Н. Твердофазные экстракторы / И. Н. Белоглазов. – Л. : Химия, 1985. – 240 с.

2. Разработка экстракторов для системы «твердое тело – жидкость» / А. Н. Потапов [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3 (30). – С. 80–85.

3. Горлов, М. Д. Разработка и исследование вибрационного массообменного аппарата для экстрагирования плодово-ягодного сырья / М. Д. Горлов. – Кемерово. – 2004. – 157 с.

4. Шитов, А. М. Приготовление спирта, коньяка и целебных спиртных напитков в домашних условиях / А. М. Шитов. – М. : Евразийский регион, Нива России, 2013. – 176 с.

УДК 664:621.798

АНАЛИЗ УПАКОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХРУПКИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Д. Расулла
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Макароны в России и странах СНГ всегда считались востребованным и популярным продуктом. Его плюсы, а именно простота приготовления, сытность и дешевизна, всегда привлекали отечественного покупателя. Макаронные изделия «Жайма» относятся к штампованным короткорезанным макаронам. Такой вид макарон пользуется популярностью в Италии и странах Средней Азии.

В связи с повышенной хрупкостью продукта автоматизированное упаковочное оборудование мало распространено, и на большинстве предприятий фасовочно-упаковочное оборудование заменяют человеческим трудом. Это замедляет поставку макаронных изделий на рынок, и для производителя такой ресурс, как человеческий труд, обходится достаточно дорого. Исходя из этого в данной работе мы рассмотрим упаковочное оборудование для хрупких продуктов: горизонтальную упаковочную машину МГУ-НОТИС-150 и упаковочную машину X-Fold UM-1060.

Особенность этих машин заключается в том, что с их помощью можно фасовать и упаковывать хрупкие продукты, такие как печенье, вафли, штампованные макароны.

Горизонтальная упаковочная машина МГУ-НОТИС-150 [1] предназначена для упаковки в термосвариваемые пленки изделий средних размеров. Она отлично зарекомендовала себя как оборудование для упаковки печенья, хлебцев, вафель и подобных по размерам и хрупкости продуктов.

Основное преимущество данной горизонтальной упаковочной машины заключается в использовании четырех независимых электроприводов (рис. 1).

Механически несвязанные приводы упрощают и сокращают время переналадки при переходе с одного продукта на другой, упрощают всю механику и исключают много передаточных механизмов.

Управление режимами осуществляется с помощью контроллера, позволяющего выполнять следующие функции:

- производить диагностику состояния машины в целом;
- программно задавать все основные параметры работы упаковочной машины без механической переналадки;
- автоматически осуществлять синхронизацию подачи продукта, пленки и поперечной отрезки пакета;
- автоматически синхронизировать скорость упаковщика со скоростью технологической линии, в которую машина может быть встроена.

Упаковочная машина X-Fold UM-1060 [1] имеет схожие характеристики, но компоновка установки позволяет принимать изделия как с правой и левой, так и с передней стороны, а также загружать изделия вручную. Установка может выпускаться для применения в составе линии в автоматическом режиме или автономно с ручной загрузкой изделий.

Процесс упаковки осуществляется с помощью следующих конструктивных элементов: подающий транспортер, устройство подачи и резки пленки, поперечные сварные губки.

Упаковочная машина X-Fold UM-1060 имеет достаточное количество дополнительных особенностей:

- корпус станка произведен из стальных конструкций, работает бесшумно и без каких-либо вибраций;
- использование фотоэлементов в упаковочном станке позволяет постоянно фиксировать логотипы на одном и том же месте упаковки;

• автомат способен работать с такими материалами, как целлофан с рисунком и без него, полипропилен (PP) или (OPP), ламинированная бумага, лакированная с обеих сторон;
• датчик наличия продукта позволяет сэкономить упаковочный материал, если с конвейера не поступает продукция;
• мощность производства в зависимости от типа продукта и размера;
• плавная регулировка скорости;
• все поверхности, соприкасающиеся с продукцией, выполнены из нержавеющей стали марки 304;
• все шестерни произведены из антикоррозийных сплавов металлов;
• устройства для нанесения отрывной ленты типа «красная ленточка»;
• автоматический группиратор;
• устройство для формирования внутренней подложки;
• упаковочная машина полностью оборудована механическими и пневматическими элементами.

Таблица 1 – технические характеристики обеих машин для сравнения

Оборудование		МГУ-НОТИС-150	X-Fold UM-1060
Производительность, упак/мин		20–100	16–30
Электропотребление, В		380	220–280
Потребляемая мощность, кВт		2,5	1,5
Габаритные размеры, мм		3985x1750x1070	4850x1850x1000
Масса, кг		не более 950	1100
Размеры упаковываемого продукта, мм	70–420	70–420	50–300
	20–80	20–80	40–130
	10–70	10–70	10–80
Тип материала упаковки		ПП, ламинированная бумага	ПВХ, ПП, ламинированная бумага, ламинированная фольга

Из данной таблицы мы видим, что упаковочная машина МГУ-НОТИС-150 намного производительнее, чем X-Fold UM-1060, и обладает меньшими габаритами, что гораздо приоритетнее для заинтересованного лица, но тем не менее упаковочная машина X-Fold UM-1060 отличается разнообразием дополнительных опций в своей базовой комплектации и, исходя из особенностей конструкции, имеет больший диапазон размеров для упаковываемых продуктов.

Список литературы

1. Веселов, А. И. Технологическое оборудование, оснастка и основы проектирования упаковочных производств / А. И. Веселов, И. А. Веселова. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 262 с.

УДК 664/664.6

ПРИМЕНЕНИЕ СПИРАЛЬНЫХ ДОЗАТОРОВ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

С. А. Ратников, Д. В. Сухоруков, Е. А. Вагайцева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Перемешивание – это широко распространенный процесс в пищевых и биохимических технологиях. Он применяется всякий раз, когда необходимо интенсифицировать процессы теплопередачи или массообмена. Также перемешивание используется для усреднения свойств различных партий сырья, полуфабрикатов и т. п. Одним из важнейших значений процесса перемешивания является получение многокомпонентных смесей. В этом случае то, как организовано многократное перемещение макро- и микрообъемов веществ и материалов, их отдельных частиц, играет решающую роль для достижения конечной цели – получения однородных по составу и структуре смесей.

Перемешивание осуществляется в различных средах. Сопротивление среды оказывает сильное влияние как на интенсивность процесса, так и на его эффективность. Поэтому перемешивание сыпучих, пластичных, высоковязких материалов является наиболее сложным как с технической точки зрения, так и с технологической. Часто бывает, что для получения композиции, в зависимости от свойств ее исходных компонентов, необходимо подбирать строго определенные режимы работы дозировочно-смесительного оборудования или усовершенствовать его конструкцию, а в некоторых случаях – разрабатывать специальное оборудование или технологию смешивания. Другими словами, типовое оборудование может быть малоэффективным или практически непригодным для получения продукта.

Проблемам приготовления смесей сыпучих, пластичных, высоковязких материалов посвящено немало научных трудов. Например, в работе [1] представлен обширный анализ развития центробежных смесителей непрерывного действия для сыпучих материалов, даны рекомендации как технического, так и технологического характера по смешиванию материалов различного гранулометрического состава при возможности внесения жидких компонентов малой и средней вязкости.

В работе [2] представлена оригинальная технология получения сыпучих и вязко-сыпучих композиций и соответствующее машинно-аппаратурное оформление. Авторы отмечают, что: «Выполнение корпуса смесительного устройства в виде ленты позволяет перерабатывать материалы с большим диапазоном физико-механических свойств (размеры, влажность, адгезия), обеспечивать переход на различные производительности». Следует отметить, что в этом случае совмещены процессы смешивания и транспортирования. Этот факт, безусловно, имеет положительное значение.

Одновременное смешивание и транспортирование материалов имеет место и при использовании вибрационных машин. В работах [1–4] представлены результаты, подтверждающие эффективность применения вибрационных смесителей для материалов с весьма широким диапазоном свойств, сопутствующим транспортирование композиции наверх.

Наиболее перспективным оборудованием, способным решить представленные выше проблемы, являются спиральные дозаторы, которые широко применяются в различных отраслях промышленности [5]. Такое оборудование может успешно применяться для материалов с различными свойствами не только для дозирования и транспортировки, но и для смешивания. Очевидно, что при движении материала по каналу посредством вращения рабочего элемента (спирали) будет иметь место перемешивание. Этот эффект можно использовать, например, для первичного смешивания двух или более компонентов.

Для проведения исследований использовали спиральный дозатор, работающий следующим образом. При вращении цилиндрической спирали потоки сыпучего

материала, находящиеся в бункере дозатора, захватываются ее витками и перемещаются к выходному отверстию цилиндрического патрубка. Стабильная работа дозатора обеспечивается гарантированным зазором от 2 до 3 мм между витками спирали и цилиндрическим патрубком.

Перед коллективом авторов была поставлена цель получить однородную композицию на основе эмульсии обратного типа.

Эмульсия состоит из высококонцентрированного солевого раствора, минерального масла и эмульгатора. Задача заключалась в распределении по объему эмульсии, ультралегкого дисперсного материала. Порошок необходимо вносить в количестве 0,1–0,2 долей от объема эмульсии при плотности 1320.

Для того чтобы выяснить степень эффективности процесса смешивания в спиральном дозаторе, был проведен следующий эксперимент. В бункер дозатора вместе с основным материалом подавалась порция индикатора, который вводился единовременно в ту зону бункера, из которой происходил забор основного материала спиралью дозатора. В ходе эксперимента отслеживалась продолжительность выхода индикатора из бункера и его распределение в потоке основного материала на выходе. Равномерность распределения индикатора оценивалась путем расчета коэффициента неоднородности [5, 6] его содержания в основном компоненте. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость продолжительности выхода индикатора и коэффициента вариации его содержания от объемной доли индикатора в основном компоненте

Объемная доля индикатора ε, %	**Средняя продолжительность выхода индикатора *t*, с**		**Коэффициент вариации содержания индикатора на выходе *V*, %**	
	При частоте вращения спирали *n* = 2 об/с	**При частоте вращения спирали *n* = 5 об/с**	**При частоте вращения спирали *n* =2 об/с**	**При частоте вращения спирали *n* = 5 об/с**
1	4,2	3,5	20	18,8
2	8	7,3	15,4	15
4	11,3	10	10,2	9,8
7	14	12,5	7	6,5
10	16	14	5,5	5,2

На основании полученных результатов построили кривую вымывания, с помощью которой определили необходимые характеристики. Количество индикатора составило в диапазоне 1…10 % от объема основного материала. Эксперимент проводили при частоте вращения рабочего органа дозатора n = 2…5 об/с, что соответствует номинальной производительности дозатора.

Проведенный эксперимент позволил сделать следующие выводы. Во-первых, продолжительность выхода порции индикатора пропорциональна его объемной доли в основном материале как при малой, так и при номинальной производительности дозатора. Во-вторых, распределение индикатора в основном компоненте происходит равномерно, с высокой степенью сглаживания. Таким образом, спиральный дозатор можно использовать в режиме смешивания при условии, если один из компонентов добавляется в бункер в зону захвата материала рабочим элементом (спиралью).

Спиральные дозаторы обычно применяются в качестве оборудования непрерывного действия. Однако, учитывая вышеизложенное, был проведен эксперимент по получению сыпучих композиций с применением спирального дозатора в качестве смесителя. Эксперимент заключался в том, что в бункер дозатора загружались произвольно компоненты смеси, после чего производили запуск дозатора на номинальный режим работы. Благодаря

тому, что спиральный рабочий орган обладает гибкостью, транспортирующий канал дозатора можно направить в его бункер. Таким образом, дозатор может работать по принципу циклического перемешивания. Загружая в бункер исходные материалы из расчета работы дозатора в номинальном режиме в течение 2 минут, была определена кратность перемешивания, достаточная для получения смеси хорошего качества (коэффициент неоднородности содержания компонентов Vc < 10 %) при различном соотношении компонентов. Результаты этого эксперимента, который проводился на модельной смеси, представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Зависимость кратности перемешивания от соотношения исходных компонентов смеси

Соотношение компонентов смеси	**1:100**				**1:75**				**1:50**			**1:25**		**1:10**	
Кратность перемешивания	4	5	6	7	4	5	6	7	3	4	5	3	4	2	3
Коэффициент вариации состава смеси *V*, %	24,3	16,7	12,5	9,6	19,5	13,6	10,2	7,9	15,8	12,4	9,8	11,2	8,7	10,9	7,6

Полученные данные показывают, что спиральный дозатор можно использовать как смеситель при соотношении исходных компонентов до 1:100, при этом достаточная кратность смешивания составляет менее 7 раз, а при условии соотношения компонентов до 1:10 достаточно кратности, равной 3.

На следующем этапе были проведены исследования, направленные на применения спирального дозатора для высоковязких и пластичных материалов. Основанием для этого послужила работа [7], в которой рассматривается технология получения взрывчатых веществ для промышленных целей. Эта технология предусматривает стадию смешивания высоковязкой эмульсии (вязкость порядка 1000 Па · с при плотности около 1500 кг/м^3) с ультралегким дисперсным материалом – расширенной полимерной микросферой по ТУ 2291-012-25665344-2013 (насыпная плотность порошка 25 кг/м^3, дисперсность частиц 50–80 мкм). Попытки смешать указанные компоненты с применением лопастных, шнековых, ленточных смесителей не дают удовлетворительного результата. Основной проблемой при этом является сильное пылеобразование порошка микросферы при работе смесительного оборудования. Таким образом, в эмульсию попадает очень малое количество порошка даже в условиях герметично закрытой смесительной камеры.

Смешивание производится при условии подачи полимерной микросферы в эмульсионную матрицу под высоким избыточным давлением (порядка 10^2 бар) в виде водной эмульсии. Несмотря на то, что полимерные микросферы, как указывают авторы, выдерживают такое давление и не разрушаются, такой способ смешивания, на наш взгляд, весьма сложен. Поэтому была предпринята попытка смешивать подобные компоненты, сильно различающиеся по своим свойствам, иным способом, а именно с применением спиральных дозаторов. Однако из-за отсутствия возможности работать с оригинальной эмульсионной матрицей на основе аммиачной селитры, а также в целях безопасности эксперимента, "Отклонить как несоответсвующие тематике" вместо нее в качестве основного компонента использовали майонез, имеющий аналогичные с ней свойства. Спиральные дозаторы способны успешно осуществлять подачу таких веществ. Смешивание основного компонента с полимерной микросферой проводили тем же способом, что и для сыпучих материалов, который был описан выше (циркуляционный способ). Результаты эксперимента представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Качество смешивания полимерных микросфер с высоковязкой эмульсионной матрицей

Объемная доля полимерных микросфер ε, %	**1**				**2**				**5**			**10**		**20**	
Кратность перемешивания	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	2	3	2	3
Коэффициент вариации плотности смеси *V*, %	21,7	16,8	11,6	9,1	19,9	15,4	10,4	5,7	15,4	10,1	6,2	9,1	5,3	8,2	4,6

Эксперимент показал, что полимерные микросферы хорошо подмешиваются в высоковязкую эмульсионную матрицу. В зоне захвата материала рабочим элементом дозатора (спиралью) пылеобразование не наблюдалось. Полимерные микросферы, попадая в канал дозатора вместе с эмульсионной матрицей, хорошо с ней смешивались. При кратности перемешивания не более 5 получалась качественная смесь. Однородность смеси оценивали по вариации ее плотности. Полимерные микросферы смешивались как при малой объемной доле, так и при больших ее значениях.

Таким образом, предлагаемый альтернативный способ смешивания полимерных микросфер с высоковязкой эмульсионной матрицей позволяет получать композицию вполне хорошего качества.

Список литературы

1. Бородулин, Д. М. Методы интенсификации процесса смешения дисперсных материалов в непрерывно действующем смесителе центробежного типа / Д. М. Бородулин // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – Т. 4, № 27. – С. 81–87.

2. Бакин, М. Н. Современные аппараты с подвижной лентой для смешивания сыпучих материалов / М. Н. Бакин, А. Б. Капранова, И. И. Верлока // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5. – С. 687–691.

3. Взаимосвязь между параметрами дискретного дозирования и динамическими характеристиками смесителя / С. А. Ратников [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 1. – С. 150–154.

4. Интенсификация процесса смешивания дисперсных материалов в новых конструкциях смесителей барабанного, вибрационного и центробежного типов / В. Н. Иванец [и др.] // Foods and Raw Materials. – 2015. – № 1. – С. 77.

5. Моделирование движения материальных потоков в центробежно-шнековом смесителе / Д. М. Бородулин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 1. – С. 102–108.

6. Изучение конструкционных и технологических параметров работы центробежно-шнекового смесителя для получения сухих комбинированных продуктов питания / Д. М. Бородулин [и др.] // В сборнике: Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации», материалы Инновационного конвента. – 2014. – С. 122–125.

7. Полимерные микросферы в эмульсионных взрывчатых веществах / Ю. В. Жданов [и др.] // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 19. – С. 59–65.

УДК 621.52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЛАГИ В ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Д. Редькин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Увлажнение изоляционных материалов в ограждениях на действующих холодильниках часто является главной причиной резкого ухудшения технологических режимов и экономичности работы холодильной установки. Поэтому борьба с возможным увлажнением тепловой изоляции в ограждениях холодильников всегда должна быть объектом пристального внимания при их проектировании и эксплуатации.

Подавляющее большинство теплоизоляционных материалов является коллоидно-пористыми телами, поглощающими парообразную и капельную влагу.

Обычно увлажнение материалов в изоляционных конструкциях ограждений начинается с конденсации внутри ограждения водяного пара, диффундирующего через него под действием перепада парциальных давлений. Конденсация водяного пара происходит тогда, когда перегретый пар на пути движения встречает слои ограждения с температурой, при которой пар становится насыщенным. Увлажнение теплоизоляции в ограждении имеет место почти у всех холодильников как старой, так и новой постройки.

Зона, где происходит конденсация парообразной влаги, является очагом дальнейшего увлажнения тепловой изоляции ограждения. Образовавшаяся капельная влага распространяется по капиллярам и порам материалов ограждения, захватывая все более широкие слои. Хотя суточное количество конденсирующейся влаги невелико, этот процесс может происходить непрерывно в течение многих лет эксплуатации холодильного сооружения. Капельная влага под действием сил гравитации перемещается в нижерасположенные слои ограждения [1].

Хотя диффузионный поток водяного пара и является главной причиной увлажнения изоляции, это не единственный возможный источник ее увлажнения. Теплоизоляционные материалы могут увлажниться и от непосредственного соприкосновения с влагой, влажным грунтом, мокрым покровом на плоской кровле, увлажняемым атмосферными осадками, и др. Теплоизоляция может увлажняться и в период строительства сооружения от атмосферных осадков. Отсутствие пароизоляции, некачественное выполнение «скрытых» работ при нанесении пароизоляции, нарушение пароизоляционного слоя вследствие осадки здания также могут быть источниками увлажнения материалов в конструкции. Очевидно, борьба с увлажнением теплоизоляции в ограждениях холодильника должна вестись по всем направлениям [1].

Если в изолированном ограждении имеется зона конденсации, то для ее уменьшения или полного устранения необходимо увеличить сопротивление паропроницанию, что достигается увеличением толщины существующего слоя пароизоляции или введением в состав теплоизоляционной конструкции дополнительного слоя пароизоляционного материала.

На базе НОЦ кафедры «Теплохладотехника» были проведены эксперименты, целью которых было установить максимальное количество влаги, которую способны впитать материалы, применяемые для теплоизоляции ограждающих конструкций, сосудов и трубопроводов холодильных установок в процессе эксплуатации.

Испытанию подвергались восемь образцов теплоизоляционных материалов, применяемых для изоляции ограждающих конструкций, трубопроводов и сосудов холодильной установки. Образцы для испытаний подготовили специальным образом: вырезали кусочки определенных размеров с толщиной, равной номинальной толщине изделия, высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу, после чего охлаждали до комнатной температуры в эксикаторе с хлоридом кальция. Образец материала взвешивали с точностью до ±0,1 г и помещали в емкость с водой так, чтобы он находился на расстоянии не

менее 2 см от дна сосуда и уровень воды был выше верхней грани образца на 2–3 см, используя для этого сетчатую подставку и сетчатый пригруз, согласно рекомендациям [2]. Температура образца материала и воды бала одинаковой (22 ± 2) °С. Через определенный интервал времени измеряли массу. Увлажнение прекращали при достижении постоянной массы образца. Образцы находились в сосуде с водой в среднем в течение 24 часов [2]. С каждым образцом материала эксперимент был проведен по три раза.

Процесс проникновения влаги происходит по всей площади поверхности материала, поэтому чтобы размеры образцов не влияли на результат, водопоглощение материала определяли как приращение массы влаги в материале к единице площади поверхности образца. Графики зависимости относительного приращения массы влаги в образцах от времени увлажнения представлены на рис. 1.

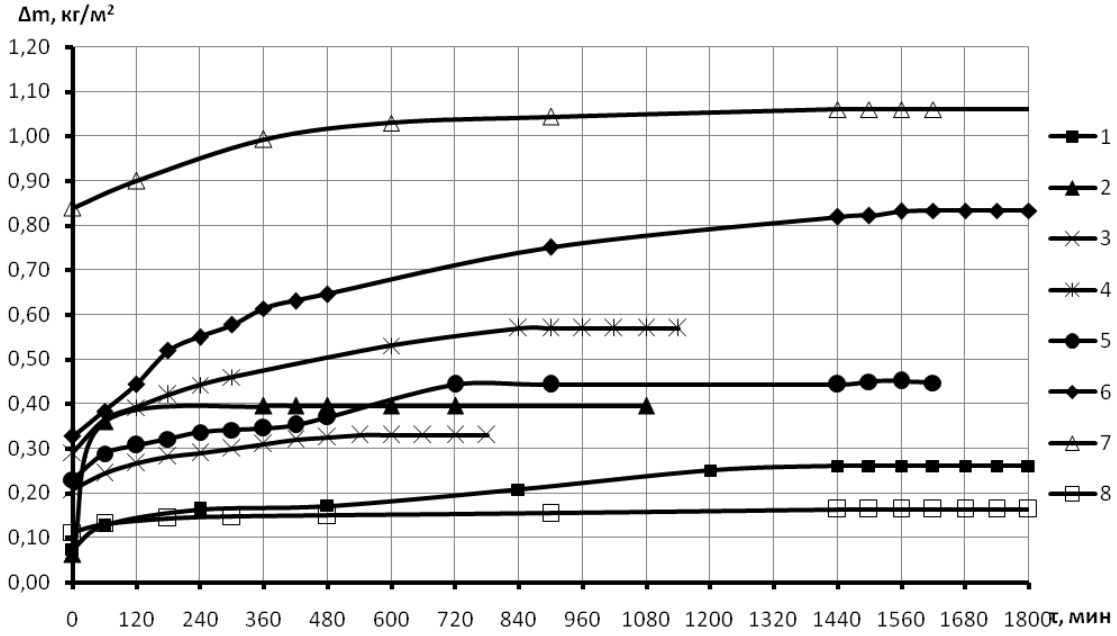


Рисунок 1 – Относительное приращение массы влаги в образцах: 1 – пенополистирол; 2 – пенополистирол (беспрессовый); 3 – пенофол; 4 – пенофол (фольгированный); 5 – пенополиуретан; 6 – минеральная вата; 7 – минеральная вата (фольгированная); 8 – экструдированный пенополистирол

Водопоглощение образца материала W, %, определяется по формуле [2]:

$$W = \frac{G - G_1}{G_1} \cdot 100; \qquad (1)$$

где G – масса влажного образца, г;

G_1 – масса сухого образца, г.

Для определения количества влаги, содержащейся в материалах, образцы помещали во влагомер весовой МХ 70. Образцы высушивали до постоянной массы. Сушка образцов производилась при температуре 100 °С. При помощи программного обеспечения прибора были построены графики сушки образцов. Результаты представлены на рис. 2.

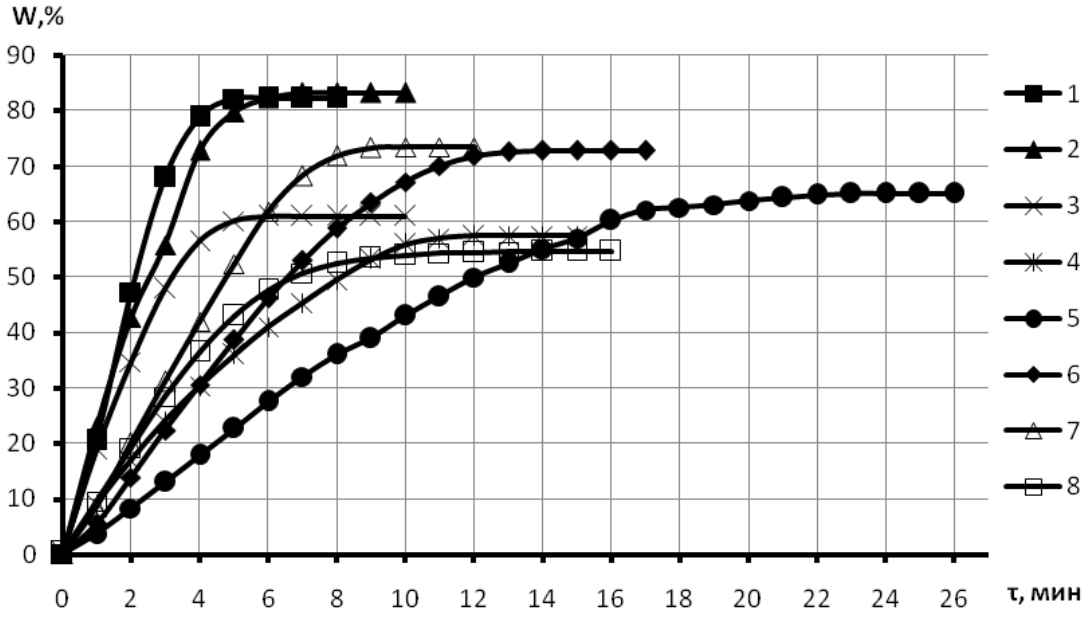


Рисунок 2 – Осушение влаги из образцов
1 – пенополистирол; 2 – пенополистирол (беспрессовый); 3 – пенофол;
4 – пенофол (фольгированный); 5 – пенополиуретан; 6 – минеральная вата;
7 – минеральная вата (фольгированная); 8 – экструдированный пенополистирол

Проанализировав получившиеся данные можно сделать вывод, что различные типы теплоизоляционных материалов впитывают влагу по-разному. Большое количество влаги впитал образец минеральной ваты, что объясняется пористоволокнистой структурой материала. По этой же причине влага не задерживается в материале и при осушении легко удаляется. Образцы с ячеистой структурой удерживают влагу намного лучше. Поэтому максимальное количество влаги впитал в себя образец пенополистирола. Причем процесс водопоглощения в образце пенополистирола, произведенного по беспрессовой технологии, происходил намного интенсивнее, чем в образце пенополистирола, произведенного экструзионным способом (см. рис. 1). Это объясняется тем, что экструзионный пенополистирол содержит до (90–95) % изолированных гозоструктурных элементов (закрытых пор маленького размера), поэтому влага менее интенсивно проникает в материал.

Скорость проникновения влаги в ячеистые материалы выше, чем в пористоволокнистые, но водопоглощение меньше. Фольгирование уменьшает скорость проникновение влаги в материал, но не уменьшает ее количество. В целом можно отметить, что водопоглощение образцов теплоизоляционных материалов эксплуатируемой холодильной установки, взятых на исследование, выше нормативного согласно данным [3].

Список литературы

1. Эксплуатация и восстановление теплоизоляционных конструкций холодильников / М. М. Голянд [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1991. – 240 с.

2. ГОСТ 17177-94 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1996. – 42 с.

3. СП 109.13330.2012 Холодильники. Актуализированная редакция СНиП 2.11.02-87. – М. : Минрегион России, 2011. – 28 с.

УДК 621.56:641.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Д. Ю. Родин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время существует несколько основных способов хранения продуктов питания. Это сушка, замораживание, консервирование, охлаждение, копчение и т. п.

Охлаждение обеспечивает сохранение в продуктах питания высоких потребительских свойств (вкуса, аромата, цвета). Поэтому если планируется недолго хранить продукты, их выпускают в охлажденном виде. При охлаждении происходят процессы тепло- и массообмена между охлаждающей средой и продуктом, что вызывает испарение влаги с поверхности продукта и как следствие его охлаждение.

В технической физике и вакуумной технике принято следующее определение технического вакуума: вакуум – это состояние газа, плотность которого меньше плотности воздуха в стандартных условиях.

Замкнутый объем, в котором создан вакуум, обладает рядом уникальных свойств, широко используемых в науке и технике.

Вакуумные системы охлаждения применяют сравнительно недавно, но они являются весьма перспективными. Сущность вакуумного охлаждения заключается в следующем. Над охлаждаемыми продуктами создается разряжение, при котором из тканей интенсивно испаряется 1-2 % влаги на что расходуется большое количество их внутреннего тепла и поэтому продукты охлаждаются.

Практически вакуумное охлаждение осуществляется в специально оборудованных металлических камерах, в которых с помощью специальных насосов создается вакуум. Подлежащие охлаждению продукты укладывают в контейнеры или коробки и помещают в специальную камеру. После чего герметично закрывают камеры и начинают процесс охлаждения, который длится 15-20 минут. Аналогичный способ применяют для охлаждения овощей и фруктов непосредственно в вагонах, для чего применяются большие вакуумные камеры, вмещающие в себя железнодорожный вагон. Это занимает в среднем 25-30 минут [1].

Пока вакуумное охлаждение широко используется в США для охлаждения овощей с большой площадью поверхности. Например, для салата, шпината, петрушки и т. д.

Не ко всем пищевым продуктам может применяться вакуумное охлаждение. Больше всего подходят продукты с большим отношением массы к поверхности, и которые имеют растительное происхождение, например: овощи, фрукты, срезанные цветы.

Скорость и эффективность - это две характеристики вакуумного охлаждения, особенно когда дело доходит до охлаждения расфасованных продуктов, находящихся, например, в коробках или на паллетах (авиапаллеты и тележки), перед отправкой.

Если предположить, что продукт не упакован в герметично запаянную упаковку, то плотность прилегания складируемых мешков или коробок, практически не влияет на время охлаждения.

Охлаждение происходит в течение короткого времени, примерно от 25 до 30 минут, что гарантирует максимальное сокращение сроков доставки продуктов до потребителя (склада).

Минимальное количество испаряемой влаги (воды) из продукта. Для определенных свежих продуктов это обеспечивает им максимальное преимущество, предотвращающее от дальнейшего снижения качества продукции [2].

Вакуумное охлаждение ранее применяли только для обработки растительного сырья, а сейчас в ряде стран его используют для охлаждения туш крупного и мелкого рогатого скота, свиней, кускового мяса. Так, свиные полутуши, имеющие температуру 37°С, разделывают и производят обвалку и жиловку мяса в помещении при температуре до 8 С. Отруба поступают на вакуум-упаковочную линию, где подвергаются вакуумному охлаждению при температуре 0-2°С. В зависимости от размеров отрубов через 14 часов температура в толще снижается до 2°С.

С помощью вакуума так же охлаждают и различные молочные продукты. Например, существует патент на вакуумную установку для охлаждения молока N2033035.

В представленной конструкции охладителя молока снижен удельный расход энергии из-за того, что физический эффект охлаждения при вакуумировании выполняется непосредственно на рабочем теле - молоке, тогда как при использовании холодильной машины отвод тепла от молока осуществляется через металлические стенки сосуда с дополнительными затратами энергии.

Вакуумный охладитель молока схематично изображен на рисунке 1.

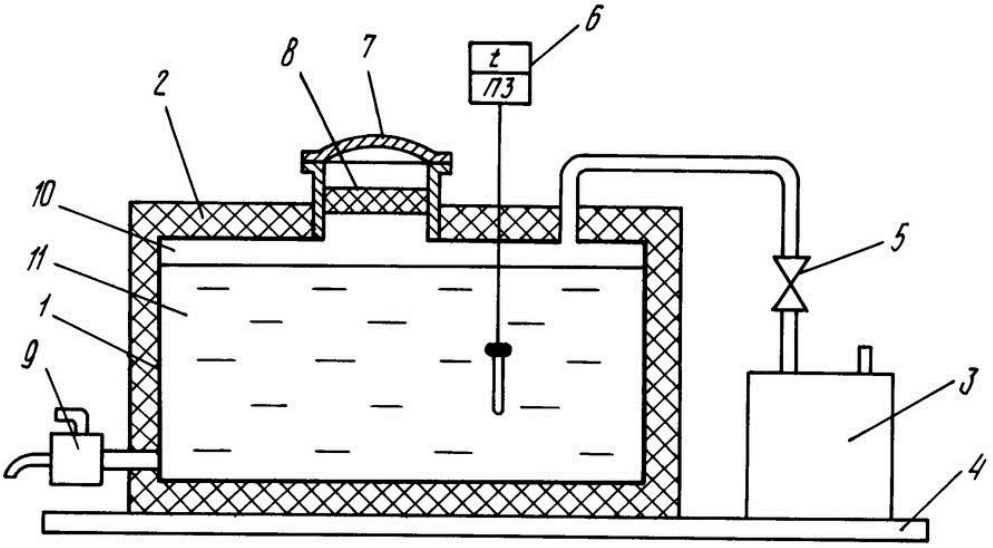


Рисунок 1 – Вакуумный охладитель молока

Он состоит из резервуара для молока 1 и вакуумного насоса 3, закрепленных на раме 4. В целях уменьшения тепловых потерь, снаружи на поверхности резервуара закреплена теплоизоляция 2. Резервуар имеет газовую 10 и жидкостную 11 полости. Газовая полость соединяется с вакуумным насосом с помощью вентиля 5. Молоко заливается через фильтр 8, который установлен в горловине с крышкой 7. С помощью мерной линейки следят за уровнем молока. Из резервуара молоко сливается через кран 9.

После заливки молока с температурой 36^{o}C в резервуар, горловина герметично закрывается, включается вакуум - насос и открывается вентиль 5. Сначала из газовой полости откачивается остаточный воздух, а за ним откачиваются водяные пары. Для восстановления равновесного состояния происходит выпаривание воды из молока, из-за этого температура молока снижается. Когда температура молока достигает +6^{o}C, термореле 6, которое находится в объеме молока, отключает вакуум - насос.

Когда за счет теплопритоков температура молока повышается до +8^{o}C, вакуумный насос включается повторно. С помощью расчетов было определено, что повышение температуры до 8^{o}C будет происходить в течение 10-12 ч.[3]

Таким образом, использование вакуума при охлаждении пищевых продуктов является весьма перспективным направлением. Продукты охлаждаются быстро, практически не теряют своих полезных свойств, снижаются энергозатраты по сравнению с другими способами охлаждения.

Список литературы

1. Быков А. В. Применение холода в пищевой промышленности / А. В. Быков. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 152с.

2. Электронный ресурс, режим доступа: http://www.celtic.nl/ru/cooling-solutions/vacuum-cooling1.

3. Электронный ресурс, режим доступа: http://www.freepatent.ru/patents/2033035.

УДК 63.551.21

БЫТОВЫЕ ДИСТИЛЛЯТОРЫ

С. В. Романенко, Ю. С. Кумачёва
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Бытовые дистилляторы – это, как правило, аппараты периодического действия, начиная от примитивных дистилляторов, до ректификационных колонн. Применяются как для получения алкогольных напитков в домашних условиях, так и для личного употребления.

Смысл и цель бытовых дистилляторов определяется тем, чтобы получить более крепкий полуфабрикат (спирт сырец) для крепких напитков, в тоже время отчищенный (предварительно отчищенный) от вредных примесей в домашних условиях. Сырьем для переработки служат сахарная брага, домашнее вино, чача и т. п.

Сахарная брага, домашнее вино, чача представляют собой продукты переработки дрожжами, фруктозой и декстрозой, а также других составляющих исходного сырья. В результате получается сырье наполнено этиловым спиртом, а также легкокипящими (эфирами, метанолом и т. п.) и тяжелокипящими (изо-спиртами, сивушными маслами и т. п.).

Бытовые дистилляторы работают на принципах дистилляции, то есть испарения исходного продукта с последующей конденсацией его в жидкость, так и на принципах ректификации, то есть многократной дистилляцией с многократным обогащением продукта, благодаря тепло-, массообменному взаимодействию паровой и жидкостной фаз продукта. Используя самогонные аппараты, можно значительно снизить присутствие вредных для организма человека веществ в спирте сырце и конечном продукте. В самогонных аппаратах это легче всего добиться путем «дробной дистилляции».

Дробная дистилляция – это процесс, когда отбор продукта осуществляется в разные емкости при различных температурных режимах. В это время в перегонном кубе залита жидкость из компонентов, кипящих при разных температурах. То есть разделение на составляющие хвосты, тело, головы.

– «Головы» — это низкокипящие фракции, содержащие непригодные для питья альдегиды, ядовитые эфиры, метанол, кипящие при $t < 78$ °C.

– «Тело» — это основная часть продукта, содержащая в себе основную часть спирта, получаемую непосредственно для питья, либо дальнейшей переработки, кипящее при $t = 78$ °C…80 °C.

– «Хвосты» — это высококипящие фракции, кипящие при $t > 80$ °C. Содержащие в себе большое количество сивушных масел и других веществ.

Определение границ отбора голов, тела и хвостов может производиться несколькими способами;

1. По температуре пара в точке поступления его на холодильник.
2. По крепости получаемого спирта на выходе
3. По запаху
4. По количественному разделению получаемого продукта. Пример: 10 % головы, 70 % тело, 20 % хвосты.

Самый доступный способ дистилляции.

Рассмотрим пример наиболее примитивного дистиллятора из кухонной посуды, кастрюль и тарелок, доступных для большинства людей без приобретения какого-либо дополнительного оборудования. На дно кастрюли ставится подставка, на нее уже ставится тарелка или кастрюля меньшего диаметра, при этом в основную (большую кастрюлю) заливалась брага до уровня, не превышающего уровня «малой» тарелки, вставленной вовнутрь кастрюли. Сверху кастрюли устанавливается тарелка, диаметром больше чем у основной кастрюли. Стык между кастрюлей и «большой» тарелкой заделывается хлебным мякишем, или мокрым полотенцем. После чего в «большую» тарелку наливается холодная

вода, а кастрюля ставится на огонь. В процессе брага нагревается, и ее пары конденсируются на «большой» тарелке стекают и капают в «малую» тарелку.

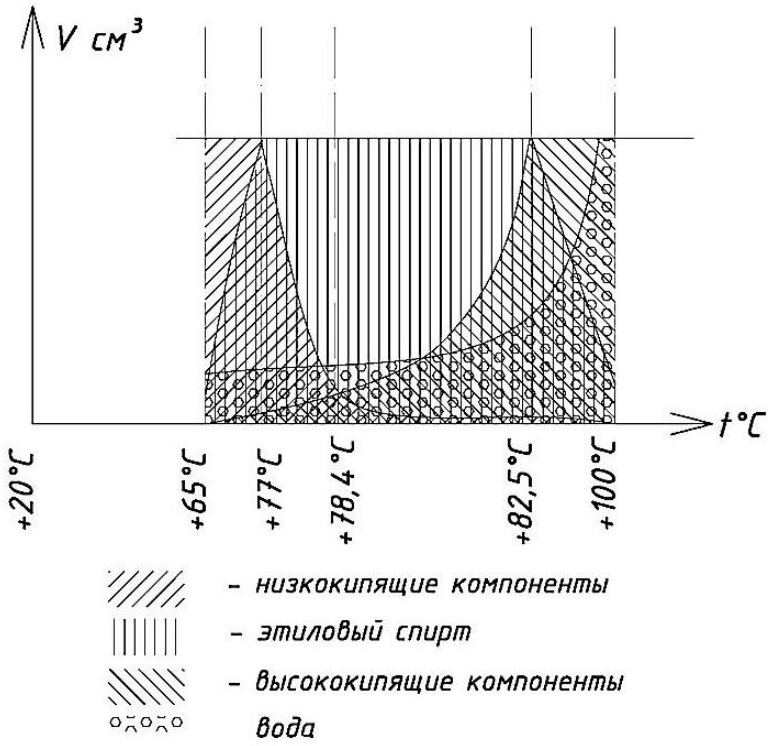


Рисунок 1 – График зависимости оставляющих компонентов от температуры

Рисунок 2 – Примитивный дистиллятор

При данном методе очень сложно получить качественный продукт, это обусловлено тем, что сложно настроить процесс дробной дистилляции, возможно только количественному разделению получаемого продукта, приходится многократно прерывать процесс, в связи, с чем воздействуют множество внешних факторов, получается небольшой коэффициент выхода продукции.

Способ дистилляции элементарным оборудованием

Для дистилляции данным способом уже необходимо оборудование: перегонный куб, паропровод, холодильник. Подобный дистиллятор может быть оборудован термометром, что позволяет определить, какая фракция испаряется в данный момент. С этим оборудованием

возможна дробная дистилляция с учетом нескольких способов разделения продукта, что повышает качество получаемого продукта, по сравнению с предыдущим способом дистилляции. Так же количество получаемого продукта при этом способе получается больше, из-за снижения потерь.

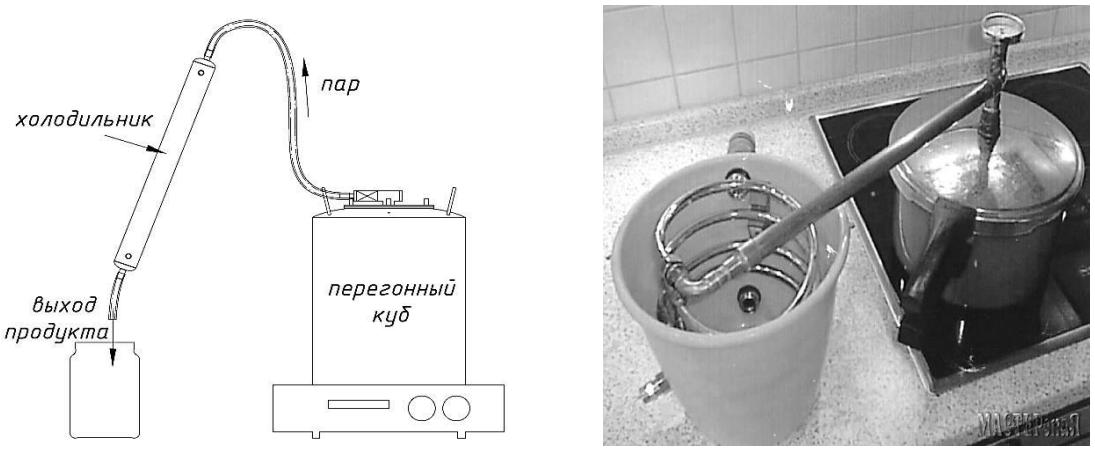


Рисунок 3 – Способ дистилляции с применением «сухопарника» или «многоступенчатой дистилляции (МСД)»

Данный способ использует все тоже оборудование, описанное в предыдущем способе, с добавлением камер «сухопарников» между перегонным кубом и холодильником.

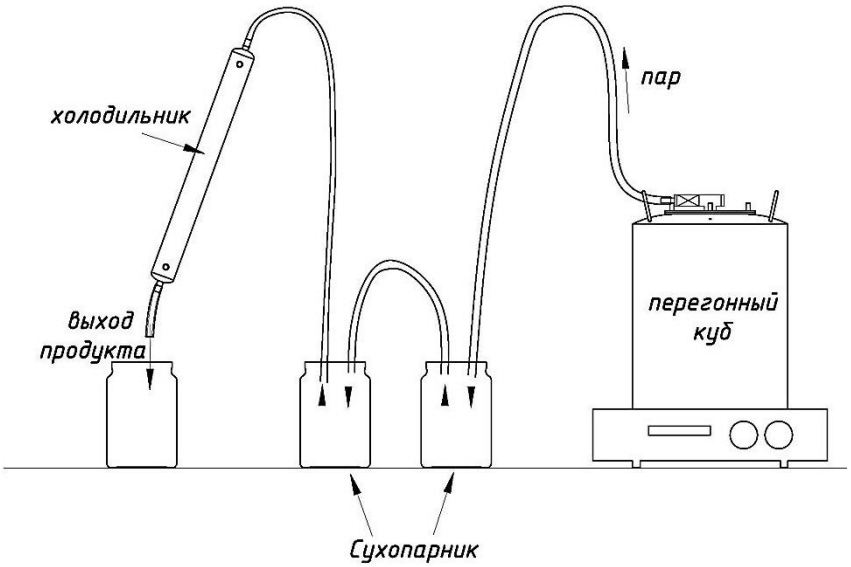


Рисунок 4 – Схема дистиллятора с «сухопарниками»

В сухопарниках собирается конденсат, затем под воздействием горячих паров из конденсата испаряются легкокипящие компоненты, при этом из пара оседают в него высококипящие компоненты. Происходит процесс многократного переиспарения, то есть ректификация. Так же сухопарники используются в качестве «джин-корзин», их наполняют различными приправами, спиртовые пары взаимодействуют с ними, выбивая из приправ ароматные эфиры и масла. При этом способе также можно определять границы отбора голов, тела и хвостов несколькими способами одновременно.

Способ дистилляции с применением «Бражных колонн».

Бражная колонна – это аппарат, снабженный «минидефлегматором», (предварительным холодильником).

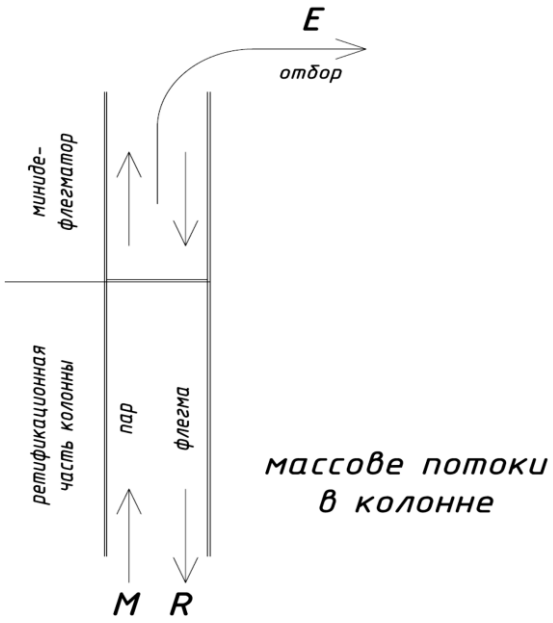


Рисунок 5 – Схема потоков паров и жидкости

На рис. 5 изображены потоки паров и жидкости. В верхней части бражной колонны, где М – восходящие пары, R – полностью сконденсированная жидкость – флегма, Е– обогащенные пары (ректифицированного спирта).

Бытовые бражные колонны существуют различных типов. Пленочного – это когда тепло-, массообмен происходит на ее стенках. На тарельчатых колоннах ректификация происходит на тарелках, которые в свою очередь очень различны по исполнению. Колонны насадочного типа, заполненные различными насадками. Они бывают как регулярными, так и нерегулярными (засыпными), где тепло-, массообмен происходит по насадке и стенках колонны.

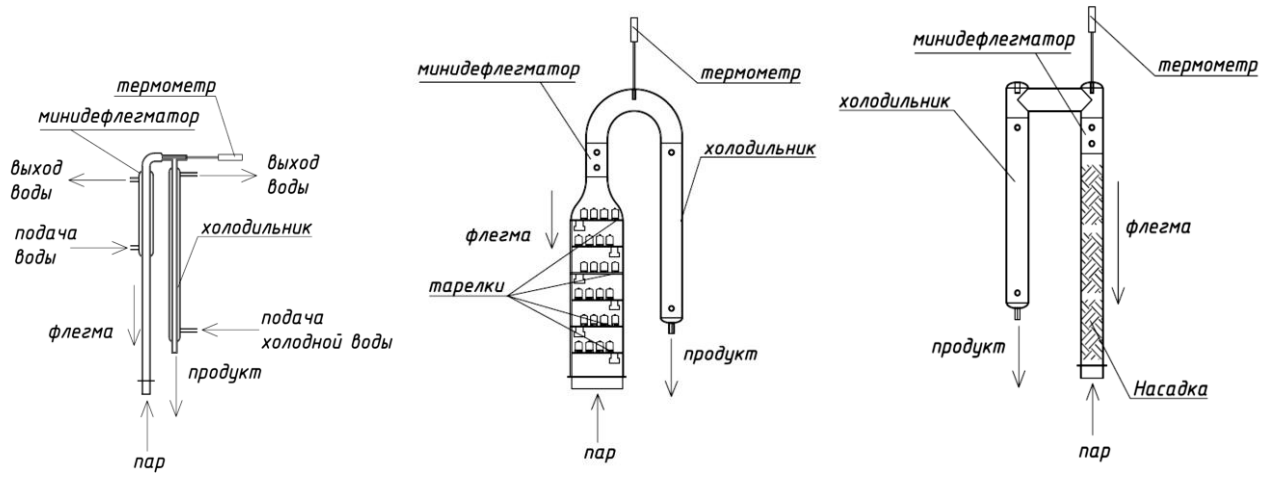


Рисунок 6 – Схемы бражных колонн

Преимущество работы на бражных колоннах, по сравнению с предыдущими способами, это высокая степень отчистки спирта, сохраняя при этом высокую производительность.

Способ дистилляции с применением «Ректификационных колонн»

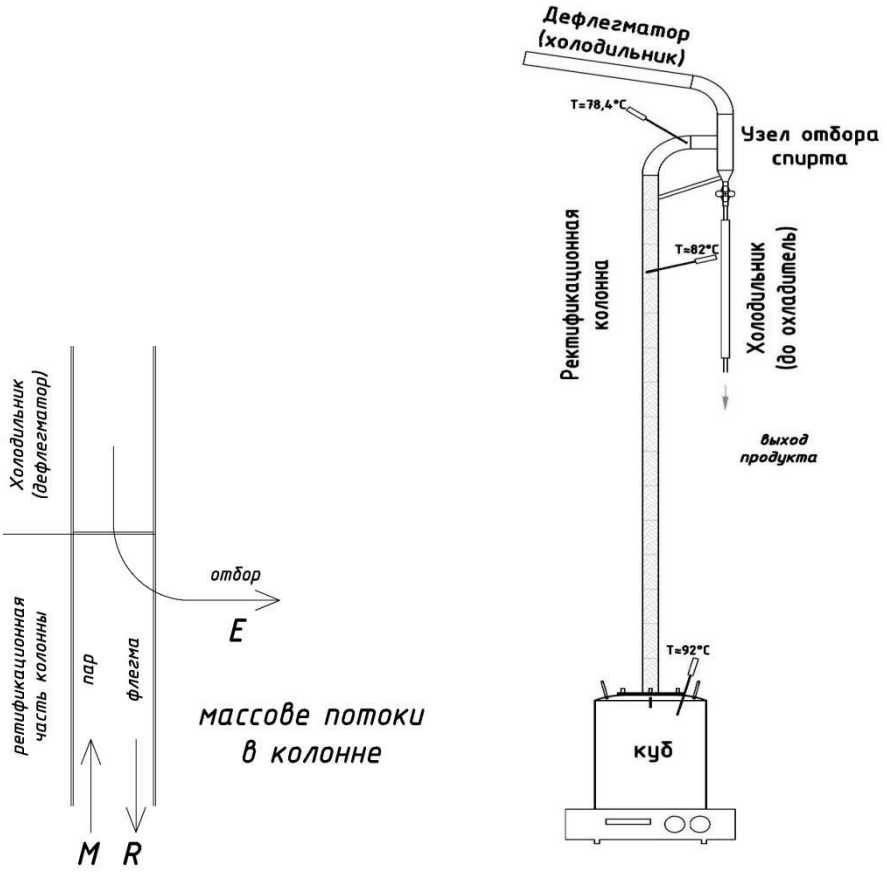


Рисунок 7 – Схема ректификационной колонны

Ректификационная колонна — это аппарат, снабженный «холодильником», дефлегматором, который полностью охлаждает восходящие пары – М, полностью конденсируя их во флегму – R, и уже из обогащенный флегмы отбирается часть в готовый продукт.

Основная часть ректификационной колонны является колонной насадочного типа, процесс отбора продукта регулируется «узлом отбора».

Заключение

На сегодняшний день бытовыми дистилляторами являются, как правило, ректификационные аппараты периодического действия. На бражных и ректификационных можно добиться степени очистки спирта в соответствии с ГОСТ 5962-2013 «Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья».

Список литературы

1. Стабников, В. Н. Этиловый спирт / В. Н. Стабников, И. М. Ройтер, Т. Б. Процюк. – М. : Пищевая промышленность, 1975. – 271 с.

2. Шервуд Т. Массопередача / Т. Шервуд, Р. Пигфорд, Ч. Уилки ; пер. с англ. под ред. Малюсова. – М. : Химия, 1982. – 696 с.

УДК 537.533.75

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ АБСОРБЦИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Н. И. Садиев, А. В. Чупин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Одной из основных стадий производства технического водорода является очистка конвертированного газа от диоксида углерода. Очистка газа осуществляется путем абсорбции диоксида углерода водой в противоточном скруббере. Данный метод очистки основан на существенном различии в растворимости компонентов конвертированного газа в воде. Основным показателем, характеризующим процесс, является концентрация диоксида углерода в газе на выходе из скруббера, которая в соответствии с технологическим регламентом [1] не должна быть больше 2,8 %. Управление процессом осуществляется изменением расхода абсорбента (воды) и газа в скруббер. Увеличение расхода воды влечет за собой уменьшение концентрации диоксида углерода, но это приводит и к безвозвратным потерям других компонентов газа (водорода, оксида углерода и т. д.). Поэтому верхний предел диапазона изменения расхода воды, поступающей в верхнюю часть скруббера, ограничен допустимой величиной потерь этих газов. Снижение концентрации оксида углерода можно получить уменьшением расхода газа, поступающего в скруббер, однако это приводит к снижению производительности аппарата.

В производственных условиях контроль концентрации диоксида углерода в конвертированном газе, выходящем из скруббера, осуществляется в лабораторных условиях газоволюмометрическим методом с интервалом в один час. Соответственно, корректировка режима работы скруббера проводится, как правило, после получения результатов анализа. Так как растворимость диоксида углерода зависит от давления и температуры среды в скруббере, то для повышения эффективности управления процессом целесообразно использовать математическую модель, связывающую концентрацию диоксида углерода в газе, выходящем из скруббера, с непрерывно измеряемыми параметрами процесса. Такая модель предложена в работе [2]. Данная модель позволяет рассчитывать концентрацию диоксида углерода в промежутке времени между проведением лабораторных анализов в зависимости от температуры абсорбента и поступающего газа, их давления и расхода. Для параметрической идентификации данной модели на основе данных, полученных в производственных условиях, были сформированы два массива исходной информации (после и перед продувкой скруббера азотом). Необходимость в формировании двух массивов данных связана с тем, что в процессе эксплуатации насадка скруббера загрязняется, кольца Рашига разрушаются, поэтому возрастает гидравлическое сопротивление скруббера и нагрузки (расходы) его по воде и газу постепенно снижаются [1]. Кроме этого, на концентрацию диоксида углерода на выходе из скруббера однозначно оказывает влияние его концентрация на входе в аппарат, которая меняется в пределах от 22 до 28 %. Эта концентрация зависит от режимов работы предшествующих стадий производства технического водорода и контролируется методом лабораторного анализа один раз в неделю. Если влияние гидравлического сопротивления скруббера на процесс можно прогнозировать (продувка проводится через полтора-два месяца), то предсказать изменение концентрации оксида углерода в поступающем на очистку газе довольно сложно. Так как оба воздействия (гидравлическое сопротивление и концентрация на входе) меняются сравнительно медленно, то их влияние можно оценить с помощью экстраполирующего фильтра, не меняя коэффициентов регрессионного уравнения, связывающего концентрацию диоксида углерода с контролируемыми параметрами процесса.

Анализ массива данных нормальной эксплуатации скруббера показал, что расход газа, подаваемого в скруббер за межпродувочный период времени, изменился на 27,2 %

(в среднем с 17 100 до 12 350 тыс. $м^3$/час). Расход воды в этот период времени оставался практически неизменным. Концентрация диоксида углерода в конвертированном газе изменяется на 6 % (с 22 до 28 %), что составляет 21,4 % от верхнего предела. Так как связь между концентрациями на входе и выходе скруббера близка к линейной, то диапазон изменения концентрации диоксида углерода в газе на выходе из скруббера будет пропорционален его изменению на входе в скруббер и составит 0,6 %. Анализ данных нормальной эксплуатации процесса очистки конвертированного газа показывает, что скорость изменения концентрации диоксида углерода в конвертируемом газе меняется относительно медленно (с 22 до 28 % за несколько суток). Исходя из этого можно сделать вывод, что влияние низкочастотных составляющих модели [2] за период времени между лабораторными определениями концентрации диоксида углерода в газе будет меньше допустимой погрешности газоволюмометрического метода (0,6/48 = 0,0125 %/час). Поэтому на первом этапе исследования и внедрения САУ процессом очистки конвертированного газа можно ограничиться уравнением связи концентрации диоксида углерода и контролируемых переменных процесса (1).

$$Cp(t) = Cp(j\text{-}1) + \Delta A;$$

$$\Delta A = k1 * \Delta Tг + k2 * \Delta Tв + k3 * \Delta Fг - k4 * \Delta Pг - k5 * \Delta Fв - k6 * \Delta Pв; \quad (1)$$

где ΔТг, ΔТв – приращение температуры неочищенного газа и воды, °С;

ΔFг, ΔFв – приращение расхода неочищенного газа и воды, т/час;

ΔРг, ΔРв – приращение давления неочищенного газа и воды, кПа;

С(j-1) – результаты последнего измерения концентрации диоксида углерода в очищенном газе газоволюмометрическим методом, %;

Ср(t) – прогнозируемое значение концентрации диоксида углерода в очищенном газе в следующем цикле измерения, %.

Для поиска коэффициентов уравнения регрессии (k1, … , k6) использовалась система «Matcad-14». Значения коэффициентов модели, полученные с использованием первого массива данных – МД (после продувки скруббера азотом – ПСА) и второго массива данных (перед продувкой скруббера азотом) приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Значения постоянных коэффициентов регрессионного уравнения

Формирование МД	k1	k2	k3	k4	k5	k6
После ПСА	0,115	0,112	0,02	0,14	0,001	0,15
Перед ПСА	0,08	0,1	0,025	0,13	0,001	0,14

Список литературы

1. Постоянный технологический регламент № 37а производства водорода. – Кемерово : ЗАО «Капролактам – Кемерово», 2012. – 469 с.

2. Садиев, Н. И. Модель расчета концентрации диоксида углерода в очищенном газе при производстве водорода на КАО «Азот» [Электронный вариант] / Н. И. Садиев, А. В. Чупин // Пищевые инновации и биотехнологии : материалы V Международной научной конференции. – Кемерово, 2017. – С. 225–226. – Режим доступа: http://nu.kemtipp.ru/stories/docs/archiv/030.pdf.

УДК [637.146:66.081.6]:519.6

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ В АППАРАТАХ С ОТВОДОМ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО СЛОЯ

Е. К. Сазонова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Растущий спрос на диетическое, спортивное и функциональное питание стимулирует развитие технологий, позволяющих получать ценные компоненты высокой концентрации из традиционного сырья. Одним из видов такого сырья является молоко и продукты его переработки. Мембранные технологии позволяют производить концентраты сывороточных и молочных белков без нагревания, что сохраняет белки от денатурации и оставляет их нативные свойства неизменными.

Кроме того, одной из ведущих проблем человечества сегодня является защита окружающей среды. Мембранные методы переработки сырья позволяют создавать малоотходные производства и повысить эффективность использования сырья на пищевые цели, так как все сухие вещества могут быть переработаны в полноценные пищевые продукты. Кроме сокращения выбросов в окружающую среду и затрат на переработку и обезвреживание отходов, это ведет к экономии сырья и сокращению себестоимости на единицу продукции.

Сегодня продукты мембранной переработки, в частности концентраты белков, получили широкое применения в молочной, мясной и хлебопекарной отраслях.

Однако, для внедрения мембранного оборудования на производство необходим предварительное проектирование технологических линий. В тех случаях, когда при проектировании производственного объекта или процесса эксперименты с ними экономически не целесообразны, опасны или невозможны, знания о таких процессах получают с помощью моделирования. Предварительный расчет, основанный на адекватных математических моделях, позволяет избежать ошибок при проектировании технологических линий, таким образом, значительно сократить расходы ресурсов на модернизацию производства. Математическое моделирование позволяет получить сравнительные оценки для различных конструкций аппаратов, без проведения экспериментов. Применение математического моделирования целесообразно, в частности, при выборе рациональных параметров работы, позволяющих снизить себестоимость продукции и повысить производительность линии.

В качестве объекта моделирования рассматривается мембранный аппарат с отводом поляризационного слоя.

Все ранее описанные модели рассматривают и анализируют мембранный аппарат как единое целое, что исключает возможность отдельной оценки параметров отводящего устройства и их оптимизации. В связи с этим, разработана математическая модель мембранного аппарата с отводом поляризованного слоя, которая рассматривает аппарат как 2 отдельных элемента – мембранный модуль и отводящее устройство, что расширяет возможности использования математической модели и позволяет применять её для опытно-промышленных аппаратов описанной структуры.

В связи с тем, что мембранные аппараты с отводом поляризационного слоя в общем случае состоят из мембранного модуля и отводящего устройства, для их моделирования предложена следующая структурная схема (рис.1). [1]

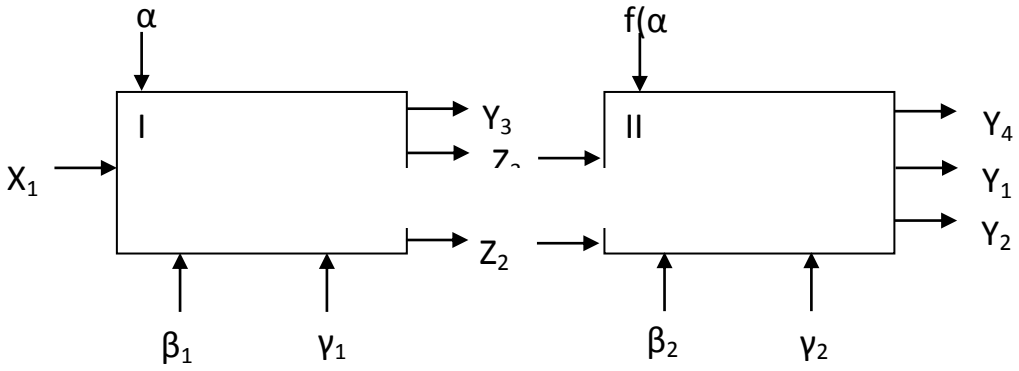


Рисунок 1 – Структурная схема мембранного аппарата с отводом поляризационного слоя

Элементы системы: I - мембранный блок; II - отводящее устройство.

Входные параметры системы: X_1 – концентрация сухих веществ в исходном растворе ($C_{вх}$).

Возмущающие воздействия системы: α – технологические параметры работы; β_1 – конструктивные параметры работы мембранного блока; β_2 – конструктивные параметры работы отводящего устройства; γ_1 –. режимные параметры работы мембранного модуля, γ_2 –. режимные параметры работы отводящего устройства.

Промежуточные параметры системы: Z_1 – концентрация сухих веществ в концентрате ($C_к$); Z_2– расход концентрата (Fк).

Выходные параметры системы: Y_1 – концентрация сухих веществ в отведенном поляризационном слое ($C_{пс}$); Y_2 – расход отводимого поляризационного слоя ($F_{пс}$); Y_3 – расход фильтрата ($F_ф$), Y_4 – расход обедненного потока ($F_{об.п}$).

Для построения математической модели предложенной схемы необходимо последовательно разбить её на более простые элементы, составить для них передаточные функции в общем виде и, затем, последовательно собрать их в общую функцию, учитывающую влияния всех учтенных при построении возмущающих воздействий на систему и промежуточных параметров [1].

После всех расчетов может быть построена передаточная функция всей системы в общем виде (1):

$$Y_i(S)= X_1(S)*W_{X1\text{-}Z1}(S)*W_{Z1\text{-}Yi}(S)*W_{X1\text{-}Z2}(S)*W_{Z2\text{-}Yi}(S)+\Sigma^{n}_{i=1}\,\alpha_i(S)*W_{\alpha i\text{-}Z1}(S)*W_{Z1\text{-}Yi}(S)*W_{\alpha i\text{-}Z2}(S)*W_{Z2\text{-}Yi}(S)+\Sigma^{n}_{i=1}\,f(\alpha_i)(S)*W_{f(\alpha i)\text{-}Yi}(S)+\Sigma^{m}_{i=1}\,\beta_{1i}(S)*W_{\beta 1i\text{-}Z1}(S)*W_{Z1\text{-}Yi}(S)*W_{\beta 1i\text{-}Z2}(S)*W_{Z2\text{-}Yi}(S)+\Sigma^{m}_{i=1}\,\beta_{2i}(S)*W_{\beta 2i\text{-}Yi}(S)+\Sigma^{l}_{i=1}\,\gamma_{1i}(S)*W_{\gamma 1i\text{-}Z1}(S)*W_{Z1\text{-}Yi}(S)*W_{\gamma 1i\text{-}Z2}(S)*W_{Z2\text{-}Yi}(S)+\Sigma^{l}_{i=1}\,\gamma_{2i}(S)*W_{\gamma 2i\text{-}Yi}(S) \quad (1)$$

Далее необходимо для конкретного аппарата на основе экспериментальных данных построить все учитываемые передаточные функции W, найти закономерности $f(\alpha_i)$.

Структурная идентификация объекта моделирования.

Установим связь между ПФ W(S) звена (системы) и типовыми выходными характеристиками – переходной h(t) функциями.

Известно, что концентрация поляризационного слоя циклически изменяется от продолжительности. Параметры переходной функции определяются графически. Передаточная функция данного звена имеет вид (2) [2].

$$W(S)=\frac{k\cdot\left(\alpha^2+\omega^2\right)}{S^2+2\cdot\alpha\cdot S+\alpha^2+\omega^2} \quad (2)$$

где α – параметр затухания,

k – коэффициент усиления объекта,

ω – частота собственных колебаний с учётом демпфирования.

Для установления достоверности разработанной математической модели были проведены экспериментальные исследования.

В результате исследования и обработки результатов были получены передаточные функции, описывающие взаимосвязи системы.

После подстановки полученных значений в общий вид математической модели с помощью математического программного обеспечения получена частная математическая модель, описывающая работу экспериментальной установки.

Так же после обработки данных было получено уравнение регрессии, описывающее зависимость содержания сухих веществ от технологических параметров.

Выборочное уравнение регрессии в безразмерном масштабе имеет вид (3):

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3, \quad (3)$$

Значимые коэффициенты $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{23}$. Незначимый коэффициент b_{13} и b_{123}. Его считаем равными нулю и исключаем из уравнения регрессии. После исключения незначимого коэффициента уравнение регрессии в безразмерном масштабе имеет вид (4):

$$\hat{y} = 6{,}41 + 0.035 \cdot x_1 + 0183. \cdot x_2 + 0.042 \cdot x_3 + 0.058 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.039 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (4)$$

Уравнение регрессии в натуральном масштабе (5):

$$y = 6.3273 + 0.0091 \cdot P + 5.63 \cdot 10^{-5} \cdot \mathrm{Re} - 9.1 \cdot 10^{-4} \cdot t - 4 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot \mathrm{Re} - 3 \cdot 10^{-6} \cdot \mathrm{Re} \cdot t \quad (5)$$

В результате обработки и анализа экспериментальных данных были определены рациональные режимы переработки сыворотки. Получены следующие значения параметров:

t = 20мин , P = 3 МПа, Re = 1500, C(3; 1500; 40) = 6,4% масс.

По результатам экспериментальных исследований была проведена оценка прогностической способности предложенной математической модели. Расхождение теоретических и экспериментальных данных во всем диапазоне изменения технологических параметров процесса не превышает 10%.

Список литературы

1. Лобасенко, Б. А. Математическое моделирование процесса мембранного концентрирования на основе кибернетического подхода / Б. А. Лобасенко, Р. В. Котляров, Е. К. Сазонова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2–1. – С. 70–75.

2. Математическое моделирование и экспериментальные исследования мембранного концентрирования в аппаратах с отводом поляризационного слоя / Б. А. Лобасенко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 46, № 3. – С. 152–159.

УДК 665.1.09

ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРЕХА КЕДРОВОГО

А. Б. Селезнева, И. Б. Плотников
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

На территории Сибири расположено более 60 % запасов сосны кедровой сибирской. Основные площади сосредоточены в Томской, Тюменской, Иркутской, Кемеровской областях, Красноярском крае. Много кедровых лесов в Алтайском крае, Бурятии [1, 2, 3].

Кемеровская область располагает большими ресурсами для организации производства по переработке семян сосны кедровой сибирской. Кедровые насаждения Кемеровской области занимают площадь более 185 тысяч гектаров. Значительные массивы кедровых насаждений находятся в Таштагольском (143,9 тыс. га), Тисульском (24,7 тыс. га), Мариинском (8,9 тыс. га), Мысковском (9,7 тыс. га), Тяжинском (7,5 тыс. га), Яшкинском (4,97 тыс. га) районах.

От 2 до 3 тысяч тонн в год – такова оценка биологических запасов семян сосны кедровой сибирской, произрастающей на территории Кемеровской области. Этого объема вполне достаточно для организации производства по переработке кедровых орехов.

Семена (кедровые орешки) содержат в своем составе: жиры, белки с хорошо сбалансированным аминокислотным составом, растворимые и нерастворимые углеводы (крахмал, клетчатка, пентозаны, сахароза, глюкоза, фруктоза), минеральные вещества (фосфор, магний, железо, цинк, йод). По содержанию тиамина, рибофлавина и токоферолов семена сосны сибирской превосходят плоды многих орехоплодных растений [4, 5].

В настоящее время ядра семян сосны кедровой сибирской в пищевой промышленности широко используются при производстве молочных продуктов, кондитерских изделий, напитков, делают кедровое масло, отвары, настойки [6, 7, 8, 9].

При переработке кедрового ореха на ядра или кедровое масло образуется скорлупа, составляющая в среднем 51–59 % от веса исходного сырья.

Использование современных методов исследования позволили изучить химический состав скорлупы. Основной процент принадлежит клетчатке - это почти 70 % массовой доли конкретного количества скорлупы. Около 25 % разнообразных дубильных веществ - пентозанов, 2 % белков почти столько же жиров. В скорлупе остаётся небольшое количество эфирных масел, микроэлементов, витаминов.

Скорлупа кедрового ореха является ценным целебным сырьем, на основе которого готовятся многие лечебные препараты — настойки, настои, отвары. Существует способ получения активированного угля из скорлупы кедрового ореха, недостатком этого способа является низкий выход продукта (20–25 %), усложненность технологической схемы приготовлением активирующей смеси водяного пара и диоксида углерода, а также отмывкой продукта, что в сумме приводит к увеличению технологического времени и росту себестоимости готового продукта.

В настоящее время существующие способы переработки семян сосны кедровой сибирской представляют в большинстве случаев раздельную переработку ядер семян и скорлупы. При этом скорлупа в большинстве случаев не перерабатывается.

Можно выделить следующие стадий переработки ядер семян сосны кедровой сибирской:

- подготовка сырья (мойка, сортировка);
- разрушение скорлупы ореха;
- разделение полученной рушанки;
- извлечение масла из ядер семян методом прессования;
- экстрагирование полученного жмыха;
- выделение целевых компонентов из полученной мисцелы.

Переработка скорлупы включает следующие стадии:

- измельчение скорлупы;
- переработка скорлупы с применением различных способов экстрагирования.
- выделение целевых компонентов из полученного экстракта.

Невозможность организации комплексной переработки семян сосны кедровой сибирской отчасти связано с отсутствием гибкой, простой технологии, что приводит к невозможности осуществления переработки сырья полностью. Это связано с тем, что наличие большого количества стадий процесса переработки ведет к увеличению количества единиц оборудования и необходимых производственных площадей. А если учесть, что переработка семян сосны кедровой сибирской фактически проводится в местах, приближенных к местам сбора сырья, делает комплексную переработку экономически не целесообразной.

Решением данной проблемы может стать исследование новых способов переработки и основанные на этих способах технологические линии. При этом необходимо стремиться к созданию рациональных технологических линий (систем).

В рационально созданных системах преобладают многофункциональные компоненты. При равных многофункциональных возможностях наиболее эффективна и экономична система с несложной структурой. Она при заданной совокупности реализуемых функций и определенной производительности содержит наименьшее число компонентов.

Применительно к линии переработки ядер семян сосны кедровой сибирской решением проблемы наличия многостадийности может стать разработка способов осуществления нескольких процессов в одном аппарате.

Так стадии переработки, как ядра, так и скорлупы включают в себя процессы экстрагирования. Можно утверждать, что исследование и разработка новых способов экстрагирования, которыми могут стать – последовательное экстрагирование различными типами экстрагентов или экстрагирование сжиженными газами, обладающими селективными свойствами извлечения компонентов при различном давлении позволит получить новую технологию переработки ядер семян сосны кедровой сибирской.

В результате комплексной переработки ядер семян сосны кедровой сибирской на выходе можно получить несколько ценных продуктов: кедровое масло, белковый изолят из переработанного шрота и выщелоченная скорлупа. Последнюю можно использовать, как активированный угль.

Список литературы

1. Воробьев, В. Н. Биологические основы комплексного использования кедровых лесов / В. Н. Воробьев. – М.: Наука. – Новосибирск, 1983. – 252 с.

2. Ларин, В. Б. Кедр сибирский / В. Б. Ларин, С.Н. Филиппов. – Сыктывар: Коми, 1980. – 96 с.

3. Петров, М. Ф. Кедр – дерево хлебное / М. Ф. Петров. – Москва, 1982. – 156 с.

4. Воробьев, В. Н. Семена кедра сибирского / В. Н. Воробьев, Э. И. Свириденко. – М.: Наука, сибирское отделение. – Новосибирск, 1979. – 128 с.

5. Субботина, М. А. Биохимический состав и технологические свойства семян сосны сибирской. – Кемерово. 2005. – 42 с.

6. Баташова, Н. В. Разработка и товароведная оценка обогащенной кондитерской пасты с использованием жмыха ядра кедрового ореха. – Кемерово, 2009. – 16 с.

7. Егорова, Е. Ю. Научное обоснование и практическая реализация разработки пищевой продукции с использованием продуктов переработки кедровых орехов. – Кемерово, 2012. – 18 с.

8. Закамская, Л. Л. Исследование и разработка технологии мороженого с использованием продуктов переработки кедровых орешков. – Санкт – Петербург, 2004. – 36 с.

9. Невзоров, Е. В. Товароведная оценка семян сосны сибирской и эмульсионных продуктов на их основе. – Кемерово, 2006. – 23 с.

UDC 621.56

CALCULATION AND ANALYSIS OF THE SINGLE-LOOP AUTOMATIC SYSTEM FOR CONTROLLING SYRUP TEMPERATURE IN A HEAT EXCHANGER

L. V. Semikov, V. V. Mazourik, B. A. Fedosenkov
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

1. Selection and analysis of the technological control object

The rationale for selecting the object control channel is determined by checking three conditions:

- the permissible range of the change in the control action should ensure compensation of all disturbing influences that affect the controlled variable;
- the control channel must have favorable dynamic properties (the ratio of the delay time and the channel time constant must have a minimum value);
- the static characteristic of the control channel should be close to linear one (a deviation of up to 20% is allowed).

As a control object, a heat exchanger was selected in which the temperature of the syrup at the heat exchanger outlet is regulated by means of water which is supplied to the heat exchanger.

Figure 1 shows a simplified functional diagram of the technological control object (TCO).

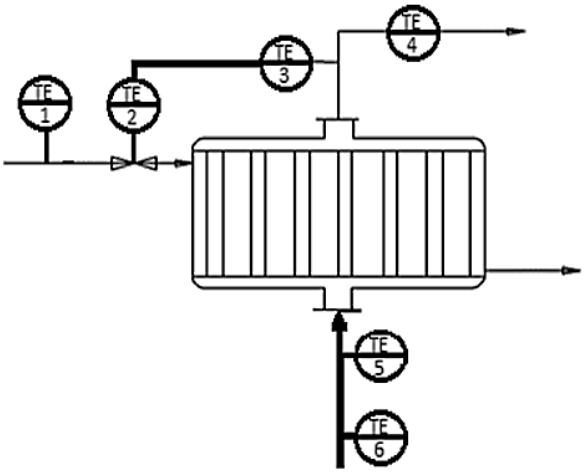


Figure 1 – The diagram of the technological control object

We systematize the input and output variables of the object under control. As a result of the data analysis of the TCO normal performance, it was found that the pressure of the cold water entering the heat exchanger (P_{cw}), the temperature of the cold water (T_{cw}), the initial temperature of the sugar syrup (T_{syr}), the sugar syrup flow (F_{syr}), and the ambient temperature (T_{at}).

The information scheme of the TCO is shown in Figure 2.

T_{syr} - the syrup temperature, $_{cw}$ - water temperature, T_{at} - ambient temperature, P_{syr} - pressure of the syrup supplied to the heat exchanger, F_{syr} - the syrup flow.

The control channel is described by the transfer function of a second-order aperiodic link with delay:

$$W(s) = \frac{k_o}{(T_3 S + 1)(T_4 S + 1)} e^{-\tau S}, \quad (1)$$

where k_o is the gain of the object, ^{o} C / regulating organ stroke, percents, rosp;

T_3, T_4 - object time constants, min;

τ - delay time, min.

Parameters of the transfer function are given in Table 1.

Table 1 – Parameters of the transfer function for the control channel

k_o, °C, rosp	T_3, min	T_4, min	τ, min
0,5	0,5	0,47	0,18

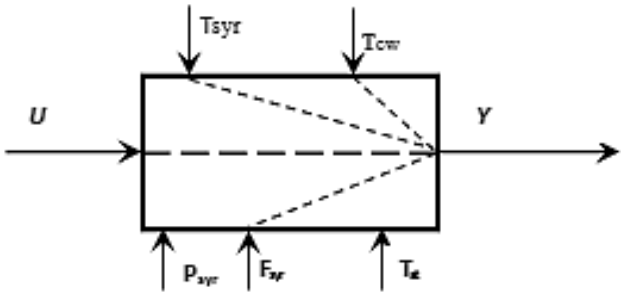


Figure 2 – Information scheme of the TCO

As a result of the analysis of the TCO normal operation it was found:
- the temperature of the cold water entering the heat exchanger varies between 5-15 ° C, the gain coefficient of this channel is equals K_{tcw} = 0.05 °C / °C;
- the temperature of the syrup entering the heat exchanger varies between 95-110 °C , the gain coefficient of the channel K_{tsyr} = 0.25 °C / °C;
- the ambient temperature varies within the range of 15-25 °C, the gain coefficient of the channel K_{tsyr} = 0.1 °C / °C;
- the pressure of the syrup entering the heat exchanger varies within the range of 0.5-1 kg / cm^2, the transmission coefficient of this channel is K_{psyr} = 0.1 °C / kg / cm^2.

Ranges of disturbance actions:

$$\Delta T_{cw} = 15 - 5 = 10 \text{ ° C};$$
$$\Delta T_{syr} = 110 - 95 = 15 \text{ ° C};$$
$$\Delta T_{at} = 25 - 15 = 10 \text{ ° C};$$
$$\Delta P_{syr} = 1 - 0,5 = 0,5 \text{ kg / sm}^2.$$

The maximum disturbance is determined by the formula (2):

$$U_{max} = \frac{\Delta T_{cw.} \cdot k_{tcw} + \Delta T_{syr} \cdot k_{tsyr} + \Delta T_a \cdot k_{at} + \Delta P_{syr} \cdot k_{psyr}}{k_o},$$

$$U_{max} = \frac{10 \cdot 0,05 + 15 \cdot 0,25 + 10 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 0,1}{0.5} = 8.8 \text{, rosp} \quad (2)$$

Calculation and analysis of automatic control system (ACS)

The calculation of the single-loop ACS for controlling the syrup temperature in the heat exchanger is performed with the help of IPC-CAD program. The initial data for the calculation are given in Table 1. The parameters of the controller adjustment and the control quality parameters are also presented in Table 2.

K_c is the controller gain;
T_i - isodrome time, min;
T_d - time of advance, min;
Y_{de} - dynamic error;
ψ - is the damping degree;
t_{tp} - the transient process time interval, min

The damping degree of all typical processes is more than 0.75, so the oscillatory process is chosen for which the dynamic error is minimal. The graph of the transient process in ACS, taking into account the effect of the maximum disturbance, is shown in Fig. 3.

Here the following designations of the control quality indices are adopted:

Y_{adi} - the dynamic error in the "adjusting" mode;
Y_r^d - the dynamic error in the mode of "checking for robustness";
Y_{adm} - the admissible dynamic error;
Y_{adm}^s - admissible static error;
t_{tp}^{adj} - the transient process time interval in the " adjusting " mode;
t_{tp}^r - the transient process time interval in the mode of "checking for robustness";
t_t^{adm} - the admissible transient process time interval.

Table 2 – Results of ACS calculation

A typical process	PID-controller settings			Simulation Mode	Indices of transient processes quality		
	$K_c, \left[\frac{rosp}{scale\ \%}\right]$	T_i, min	T_d, min		Y_{de}, scale %	ψ	T_{tp}, min
Aperiodic	7.999	0.601	0.15	Adjustment	0.096	0.99	1.62
				Checking for robustness	0.12	0.98	1.26
With moderate attenuation	9.382	0.534	0.134	Adjustment	0.089	0.98	1.44
				Checking for robustness	0.11	0.73	2.34
Oscillatory	13.45	0.519	0.13	Adjustment	0.078	0.85	1.53
				Checking for robustness	ACS is not stable		

In accordance with Figure 3 we have the following parameters of transient processes:

$$Y_r^{de} = 0{,}87^{\circ}C;$$
$$Y_{adj}^{de} = 1.13\ ^{\circ}C;$$
$$t_{tp}^{adj} = 1.1\ min;$$
$$t_{tp}^{r} = 1.1\ min.$$

Table 3 shows the following required indices of transient processes:

Y_{spe} - specified value of the controlled variable or the limits at which this value can vary (in absolute units);
Y_{st} ,Y_{di} - admissible static and dynamic control errors (in absolute units);
t_p^d - admissible control time;
γ^{∂}- allowable overshoot (%) or degree of damping for the transition process - ψ^d

In accordance with Table 3:

$$Y_{adi} < Y_{ad}\ (0.87\ ^{\circ}C < 2\ ^{\circ}C);$$
$$Y_r^d < Y_{ad}\ (1.13\ ^{\circ}C < 2\ ^{\circ}C);$$
$$t_{tp}^{adj} < t_{tp}^{adm}\ (1.1\ min < 5min);$$
$$t_{tp}^{r} < t_{tp}^{adm}\ (1.1\ min < 5min).$$

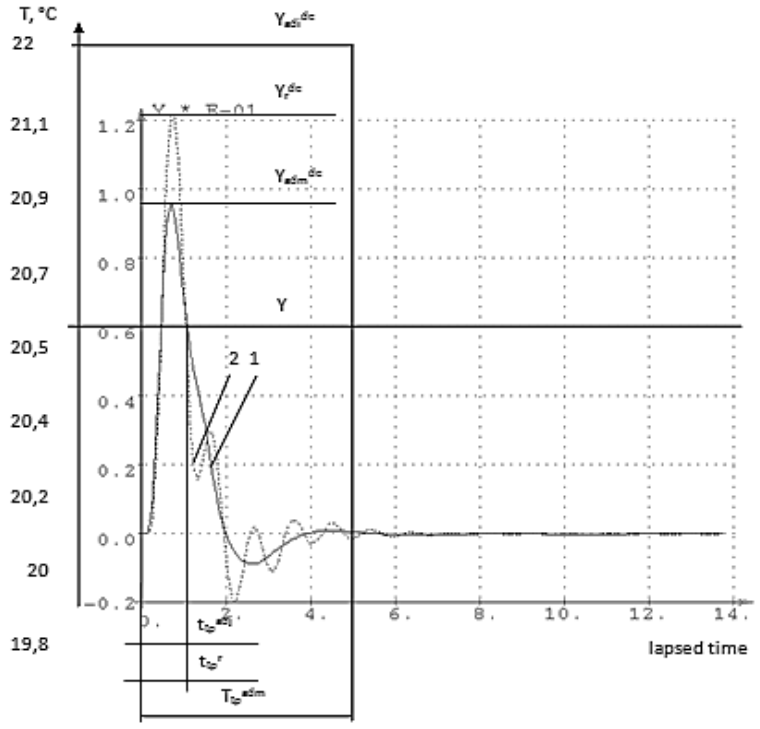


Figure 3 – Graphs of transient processes in ACS when applying a disturbance "on load" in the modes "adjusting" (1) and "checking for robustness" (2)

Table 3 – Requirements for the automatic control system

The name of a controlled variable	Y_{spe}	Admissible values of direct indices of the regulation quality			
		Y_{st}	Y_{di}	t_p^d	ψ^d
The temperature of the sugar syrup in the syrup-making machine	102 °C	±1,5°C	±5°C	10 мин	0,75
The temperature in the apparatus for coloring	190 °C	±1,5°C	±10°C	10 мин	0,75
The temperature of the sugar syrup after leaving the heat exchanger	20°C	±0,5 °C	±2°C	5 мин	0,75

The transfer function of the PID-controller has the form:

$$W_c(S) = k_c \cdot \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot S} + T_d \cdot S\right),$$

$$W_c(S) = 7{,}999 \cdot \left(1 + \frac{1}{0{,}601 \cdot S} + 0{,}15 \cdot S\right). \quad (3)$$

Based on the information mentioned above, direct indices of the control quality in the mode of "checking for robustness" did not go beyond the limits, so the ACS can be considered to be insensitive to the change in the characteristics of the admissible control object.

The damping degree of the oscillatory process is $\psi > 0.75$ (Table 2), so it can be concluded that the ACS has a sufficiently large stability margin.

УДК 681.51:661.531

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ АЗОТА ДЛЯ СИНТЕЗА АММИАКА НА АО «АЗОТ»

Р. Х. Серов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

АО «Азот» – градообразующее предприятие г. Кемерово. За свою многолетнюю историю предприятие прочно заняло позицию ведущего производителя удобрений в нашей стране. Азотные удобрения необходимы в сельском хозяйстве для выращивания высококачественного пищевого сырья. Также АО «Азот» производит продукцию, потребителями которой являются промышленные предприятия России. Сюда можно отнести аммиак (1,055 млн тонн), аммиачную селитру (957 тыс. тонн), карбамид (515 тыс. тонн), сульфат аммония (314 тыс. тонн), капролактам (116 тыс. тонн) и др.

К основным особенностям АО «Азот» можно отнести следующее:

– компания является крупнейшим производителем азотных удобрений в России;

– предприятие служит основным поставщиком аммиачной селитры, предназначенной для промышленного применения горнодобывающими предприятиями Сибири и Дальнего Востока;

– предприятие производит около трети общего объема капролактама в РФ и обеспечивает половину экспорта продукта.

Объектом автоматизации является технологический процесс повышения давления азота (рис. 1) на КАО «Азот», который осуществляется в соответствии с технологическим регламентом [3].

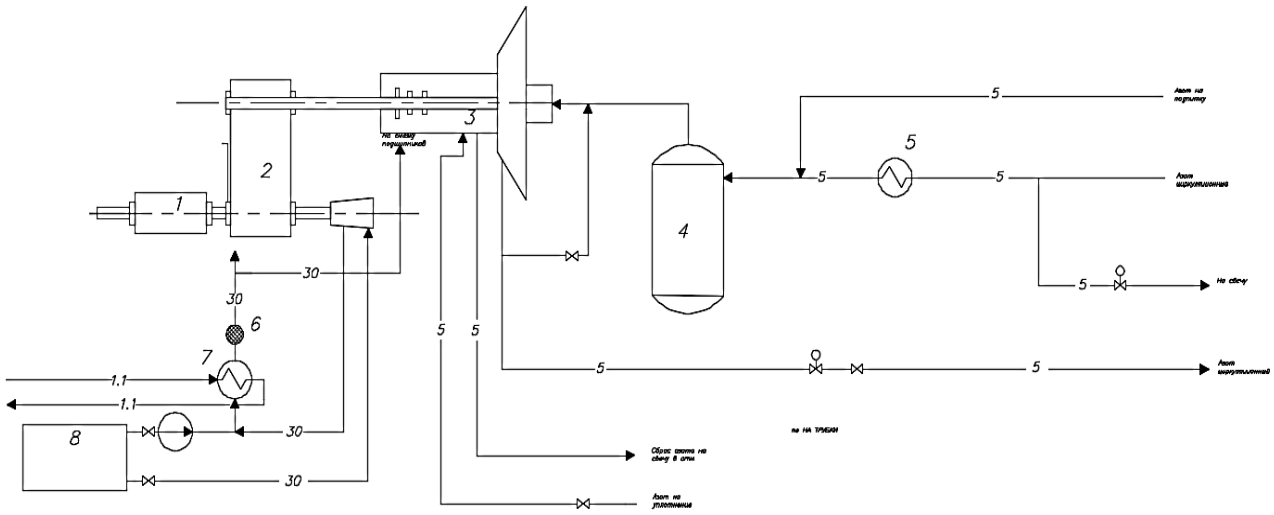


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса повышения давления азота
1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – компрессор; 4 – влагоотделитель;
5 – теплообменник для азота; 6 – сетчатый фильтр для масла;
7 – теплообменник для масла; 8 – маслобак

Азот для синтеза аммиака получают ректификацией (перегонкой) сжиженного атмосферного воздуха. Далее он подается на компрессор (4) азотодувки (поз. 404) через теплообменник (5) и влагоотделитель (4). В компрессоре давление газа повышается до 3,5… 5 кгс/см^3.

После повышения давления газ (азот) уходит в блок «Реформинга». Основная часть газа идет на смешивание азота и водорода для получения азотоводородной смеси для синтеза аммиака. Оставшийся газ используется для горения свечи и для уплотнения турбин компрессора самой азотодувки.

Для поддержания всех элементов азотодувки и ее стабильной работы нужно следить за важными параметрами:

- температура масла для охлаждения подшипников;
- давления масла для охлаждения подшипников;
- перепад давления азота на уплотнения турбин;
- давление ОВП.

Нарушение работы азотодувки может привести к некачественному сырью и привести к аварии, которое может привести к травмам человека.

Качество аммиака в соответствии с нормативной документацией поддерживается путем соблюдения параметров технологического процесса на каждой стадии, в частности, за счет создания и внедрения АСУ ТП.

АСУ ТП повышения давления азота выполняет следующие функции: автоматический контроль параметров процесса, защиту технологического оборудования и обслуживающего персонала от аварийных ситуаций, автоматическую сигнализацию (технологическую и производственную), а также автоматическое регулирование основных параметров объекта управления.

Основные цели создания АСУ ТП:

- увеличить выпуск азота надлежащего качества, соответствующего нормативной документации;
- снизить затраты на производство азота (временные, энергетические и др.) за счет снижения количества аммиака, которое поступит на повторную обработку.

АСУ ТП повышения давления азота носит распределенный характер и предполагает объединение в единую информационную сеть следующих компонентов: интеллектуальные датчики, микропроцессорные контроллеры, автоматизированные промышленные места (промышленные компьютеры) и др.

АСУ ТП содержит:

- первичные средства автоматизации и исполнительные механизмы, которые, как правило, представлены дискретными и аналоговыми датчиками;
- устройства связи с объектом, которые представлены преобразователями аналоговых и дискретных сигналов ввода-вывода;
- программируемые логические контроллеры;
- автоматизированные рабочие места операторов-технологов, операторов-аппаратчиков, которые с помощью SCADA-системы позволяют отслеживать ход технологического процесса.

Обмен информацией между уровнями автоматизированной системы управления осуществляется посредством информационной сети, которая представляет собой среду передачи данных, набор протоколов обмена данными, которые позволяют связать в единую систему оборудование различных производителей и обеспечить взаимодействие всех уровней автоматизированной системы управления предприятием.

Для реализации сенсорного уровня АСУ выбраны технические средства фирмы «Yokogawa». Тип привода исполнительных механизмов – пневматический (Masonelian). Исполнительные механизмы управляются программируемым логическим контроллером.

Контроллерный уровень также реализован на базе технических средств фирмы «Yokogawa» [1].

В контроллере предусмотрен резерв незадействованных каналов ввода/вывода. На контроллерном уровне программирование осуществляется в среде CENTUM VP фирмы «Yokogawa» [2].

Для реализации функций оперативного управления и контроля выбрана SCADA-система CENTUM VP и система управления сигнализации CAMS for HIS.

Список литературы

1. Технологический регламент АО «Азот».

УДК 663.4:001

СПОСОБЫ ОХМЕЛЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ

К. М. Сидорин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Пиво является широко распространенным напитком во многих странах. Поэтому оптимизация и интенсификация процессов при его приготовлении являются важными задачами науки и техники. Способы их решения – применение новых методов. Одним из основных процессов технологии производства пива является охмеление пивного сусла, при котором используется хмель.

Пивоваренный хмель это соцветия его женских растений, которые в процессе созревания накапливают в себе смолы, придающие пиву горечь, вкус, ароматные масла. Свежее сырье, которое не используется сразу, для увеличения срока хранения и удобства перевозки высушивается и, как правило, перерабатывается в гранулы или экстракт – хмелепродукты.

Особенности хмеля, в связи с которыми его используют в пивоварении:

- придает будущему пиву горечь, которая оттеняет солодовую сладость, и делает вкус сбалансированным;
- благодаря хмелю пиво обретает вкус и аромат. Современные сорта могут обогатить продукт различными вкусами и ароматами от свежескошенного луга до тропических фруктов;
- повышает пенную стойкость;
- ограничивает размножение молочнокислых бактерий в пиве, что увеличивает сроки его хранения;
- в отличие от разнотравья, имеет не опьяняющее, а седативное (успокаивающее) действие.

Здесь рассмотрены методы охмеления пивного сусла и возможности их совершенствования.

Охмеление затора – один из старинных и подзабытых способов охмеления пивного сусла. Сейчас вновь используется благодаря развитию ремесленного пивоварения. Хмель добавляют в заторный чан в момент затирания, что приводит к снижению pH-фактора затора и увеличивает эффективность работы ферментов, а также скорость фильтрации сусла. Это приводит к улучшению органолептических характеристик будущего пива. Напиток практически не горчит. Как правило, применяется старый или недорогой хмель, так как нужно большое количество сырья для снижения pH, но при этом существенных изменений во вкусе и аромате не происходит.

Охмеление первого сусла – старинная традиция, используемая среди пивоваров-любителей. Она заключается в добавлении большого количества конечного (ароматического) хмеля в чан для варки сразу после фильтрации сусла. В процессе фильтрования хмель замачивается в теплом сусле и насыщает его летучими маслами и α-кислотными компонентами. Ароматические масла не растворяются в воде и испаряются в процессе кипячения. Но при замачивании хмеля в теплом, не кипящем сусле, ему требуется больше времени окислиться в более тяжелые соединения. При этом испаряются масла в меньшей мере.

Современный традиционный метод, который применяется на крупном производстве, заключается в добавлении хмеля во время кипячения сусла (которое после брожения станет пивом). При этом чем дольше хмель кипятится с пивом, тем больше он придаст горечи, но меньше аромата. Справедливо и обратное: при сокращении времени – меньше горечи, но больше хмелевого аромата сохранится в будущем продукте. Поэтому придерживаются следующей схемы охмеления: в начале кипячения задается хмель для горечи, спустя примерно 2/3 времени кипячения – для вкуса, и в конце кипячения – для аромата.

Для придания суслу горького вкуса необходима изомеризация α-кислоты. Для этого время кипячения должно составлять 45–90 мин, в среднем 1 ч. При кипячении более

45 мин, но менее 1,5 ч успешная реакция составляет 5 %, при увеличении длительности – только 1 %. В результате проведения такого процесса испаряются ароматические масла. В связи с этим для придания горечи выбирают сорта хмеля с повышенным содержанием α-кислот, которые в большинстве случаев имеют слабовыраженный аромат.

При добавлении хмеля в середине процесса кипячения изомеризация в нем осуществится не полностью и произойдет испарение масел. В итоге горечь будет невыраженная, а запах приятный. Для аромата хмель вносят за 20–40 мин до конца варки.

Для придания пиву особого аромата на последних минутах кипячения к суслу добавляют конечный (ароматический) хмель. При этом происходит наименьшее испарение ароматических масел. Кроме того, применяют способ «просеивание через хмель»: в процессе переливания сусла в чан для охлаждения его пропускают через емкость, заполненную свежим хмелем.

Охмеление в вирпуле заключается в том, что хмель задают после кипячения в горячее сусло во время его кручения в нем. За это время хмель успевает запариться и равномерно распределиться по всему его объему. Этот процесс передает аромат хмеля в сусло, так как из-за отсутствия кипячения он не улетучивается. Это позволяет использовать сырье более успешно. Данный способ не добавляет горечи при условии недолгой выдержки хмеля в горячем сусле свыше 85 °С.

При сухом охмелении хмель (в виде шишек, гранул или хмелевого экстракта) добавляют на этапе брожения или созревания, при этом у будущего напитка будет выраженный хмельной аромат. Как правило, для этого используется сухой хмель. При добавлении сырья на ранних этапах с углекислым газом выйдут и ароматические масла. Поэтому добавляют его после того, как газообразование практически закончено, т. е. на конечной стадии, перед розливом. Эффективнее всего добавлять хмель во второй чан для брожения или бочонок, в котором пиво пробудет еще несколько недель до розлива. За это время продукт впитает все масла. Для такого метода подходят сорта хмеля с низким содержанием α-кислот. Также их полезно смешивать для получения более сложного вкуса.

Одним из перспективных способов является сухое охмеление. Такое наименование эта технология получила в Англии, где она широко применялась для производства касковых элей и биттеров. В Германии для описания аналогичного метода как противоположного охмелению при варке (горячему) применяется термин «холодное охмеление». В настоящее время с приходом крафтовой революции, поиском оригинального вкуса и возрождением старинных рецептур сухое охмеление получило значительное распространение и начало входить в практику крупнейших пивоварен.

В настоящее время применяются различные аппараты и технологии для интенсификации различных стадий производства пива, в том числе охмеления [1, 2]. Для увеличения эффективности и уменьшения временного периода процесса охмеления применяют роторно-пульсационные аппараты [3, 4].

Известны исследования по приготовлению хмелевого экстракта из пивного сусла и хмеля в роторно-пульсационном аппарате (РПА), который впоследствии применялся на стадии традиционного (горячего) охмеления. Результатом этих исследований было увеличение выхода горьких веществ, вследствие чего появилась возможность снижения норм внесения хмеля и сокращения длительности процесса кипячения при охмелении с 2 до 1 ч [5, 6].

Предлагается проводить охмеление пивного сусла холодным способом при помощи хмелевого экстракта, полученного в РПА. Цель применения этой технологии – максимальное сохранение нестабильных ароматических масел (монотерпены – мирцен, дитерпены – димирцен, сексвитерпены – β-кориофиллен и др.), которые обычно испаряются в процессе варки сусла с хмелем [7]. В результате пиво отличается насыщенным ароматом хмеля, который невозможно достигнуть классическим способом приготовления [8].

Сухой хмель можно добавлять на следующих стадиях производства:

- в ходе первичной ферментации – отмечается частичная потеря аромата из-за устойчивого потока углекислого газа, поднимающегося из ферментера;
- после окончания первичного брожения во вторичный ферментер – без риска исчезновения аромата;
- непосредственно в кеги – появляется легкий цветочный привкус в результате долгого достаивания.

Продолжительность сухого охмеления варьируется. Для выделения ароматических масел необходимо выдерживать охмеленное пиво несколько дней. Во вторичном ферментере хмель экстрагируется одну-две недели. При добавлении хмеля непосредственно в кеги выдержка продолжается до нескольких месяцев. Чрезмерно долгое настаивание приводит к появлению «травянистого» привкуса в готовом пиве.

Рассмотренные аспекты позволяют интенсифицировать процесс охмеления пивного сусла холодным способом с помощью роторно-пульсационного аппарата. Предварительные исследования показали перспективность этой идеи и требуют дальнейших научных изысканий для определения оптимальных параметров. Разрабатывается новый, более эффективный холодный способ охмеления пивного сусла.

Список литературы

1. Бородулин, Д. М. Исследование процесса охмеления пивного сусла с применением современного оборудования / Д. М. Бородулин, Е. А. Сафонова, М. В. Просин // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 3 (11). – С. 16–21.

2. Совершенствование процесса затирания при производстве пива / В. А. Помозова [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 12 (75). – С. 191–196.

3. Сафонова, Е. А. Интенсификация технологических процессов производства пива при использовании роторно-пульсационного аппарата / Е. А. Сафонова, А. Н. Потапов, Е. А. Вагайцева // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1. – С. 74–81.

4. Сафонова, Е. А. Роторно-пульсационный аппарат в пивоваренной промышленности / Е. А. Сафонова, Е. А. Вагайцева, А. С. Иванова // Современные технологии продуктов питания: сборник научных статей межд. научно-практ. конф. 3–5 декабря 2014 года. – С. 191–194.

5. Интенсификация процесса охмеления пивного сусла с применением роторно-пульсационного аппарата / Д. М. Бородулин [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2017. – № 4. – С. 3–12.

6. Способ охмеления пивного сусла: пат. 2634870 Рос. Федерация: МПК C 12 C 3/12 (2006.01) / Бородулин Д. М., Сафонова Е. А., Иванец В. Н., Лапина Т. П., Миленький И. О. ; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). – № 2016129114 ; заявл. 15.07.2016 ; опубл. 07.11.2017, Бюл. № 31.

7. Матвеева, Н. А., Выбор сорта хмеля для технологии сухого охмеления / Н. А. Матвеева, А. А. Титов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 4. – С. 10–20.

8. Матвеева, Н. А., Применение технологии сухого охмеления в пивоварении / Н. А. Матвеева А. А. Титов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 1. – С. 36–45.

УДК 681.05.015

DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR SYNTHESIZING A MODAL CONTROL SYSTEM

A.A.Simikova, B.A.Fedosenkov
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Modal synthesis of controllers

The modern theory of automatic control systems is based on the use of the state-space method. From traditional methods of the automatic control theory (in particular, the frequency method), the state-space method distinguishes fundamentally with new possibilities. It allows to solve problems of controlling technological plants with several inputs, to investigate the fundamental properties of control plants - controllability, observability, etc., to determine the necessary composition of sensors and executive organs.

Among the various directions of the system theory based on the state-space method, two of them can be distinguished, which have become most widespread in engineering practice. One of them is formed by methods of system optimization by minimizing some quality functional (usually the integral of any quadratic form). The other one is related to the methods of modal control, i.e. methods of forming feedback loops, giving the closed system a desired quality through placing accordingly the poles of the system on the complex plane.

Modal control over the plant state

The nature of the transient processes in a linear system is determined by the location of the roots of its characteristic polynomial. The solution of a homogeneous differential equation of the n-th order has the form

$$y(t) = \sum_{i=1}^{n} C_i y_i(t),$$

where the constants C_i are determined by the initial conditions, and the components $y_i(t)$ ("modes") are of the form

$y_i(t) = e^{s_i t}$ – with simple or

$y_i(t) = P_i(t) e^{s_i t}$ – with multiple roots (here $P_i(t)$ – polynomials whose degrees are determined by the multiplicity of a root).

Therefore, the creation of "good" transient processes in the system can be achieved if the characteristic polynomial of the transfer function of a closed system has given roots.

If the object is completely controlled and all components of the state vector are accessible to measurement (i.e. in such a case the problem with complete information about the state is being solved), then under the control law in the form of a linear function of the state variables

$$u(t) = -K x(t)$$

by choosing *K*, it is possible to shift the poles of a closed system to any desired points on the complex plane If, of *n* state variables, only *m* are measurable, where *n*> *m*, then you can displace *m* poles, or *n*, but only into some restricted regions. All this is true if we consider a system with one input. If *r* inputs are used, it is usually possible to arbitrarily place (*m*+*r)* poles. The objects considered are one-dimensional. They have one input and one output. Therefore, it should be taken into account that using feedbacks over all state variables, you can place poles of a closed system at any desired points.

The solution of this problem is usually considered for the case when the model of the object is written in the form of state equations.

It is necessary to find the controller coefficients (elements of the matrix *K*) such that the characteristic equation has relevant given roots, and respectively, the characteristic polynomial had given coefficients.

A similar problem can be set for a system specified in the form of a structural scheme or a transfer function. The unknown coefficients in this case are the coefficients of controllers and feedbacks.

Choosing the desired location of the roots of the characteristic equation

The first task to be solved, starting with the procedure of modal synthesis, is the choice of the location of the closed system poles, to which one should strive. This question is solved taking into account the properties of a particular object.

Several approaches are possible for choosing certain desired arrangement of closed system poles on the complex plane. It is rather constructive to use one of a large number of standard pole distributions for which the quality indices are known.

The simplest way is to assign all the roots of the characteristic equation at a single point with coordinates ($-\omega_0$;0 j), here $j \equiv \sqrt{-1}$, ($\omega_0 > 0$) on the complex plane; The value ω_0 is determined by the system speed requirements (the more ω_0, the shorter the regulation time). Then the characteristic polynomial is transformed into the binomial one $(s + \omega_0)^n$, and revealing the latter gives the following expressions for the characteristic polynomial:

$s + \omega_0$,

$s^2 + 2 \cdot \omega_0 \cdot s + \omega_0^2$,

$s^3 + 3 \cdot \omega_0 \cdot s^2 + 3 \cdot \omega_0^2 \cdot s + \omega_0^3$,

$s^4 + 4 \cdot \omega_0 \cdot s^3 + 6 \cdot \omega_0^2 \cdot s^2 + 4 \cdot \omega_0^3 \cdot s + \omega_0^4$,

$s^5 + 5 \cdot \omega_0 \cdot s^4 + 10 \cdot \omega_0^2 \cdot s^3 + 10 \cdot \omega_0^3 \cdot s^2 + 5 \cdot \omega_0^4 \cdot s + \omega_0^5$,

and etc.

The corresponding location for the roots of the characteristic equation and the transient processes graphs are shown in Figure 1.

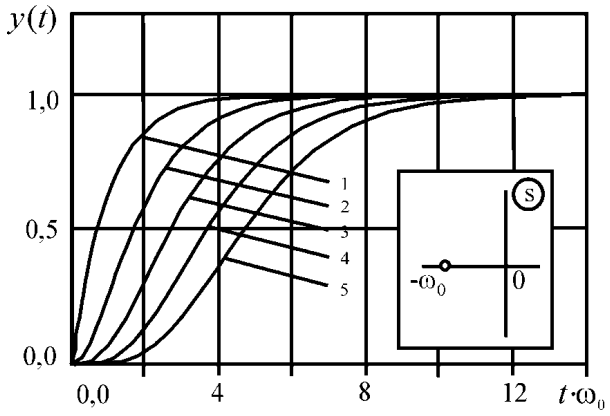


Figure 1 - The location for the roots of the characteristic equation and the behavior of the transient processes for the binomial scheme

Binomial distribution is used in those cases when it is necessary to provide a monotonic transient process. In Figure 1. curve 1 corresponds to a first order system, curve 2 to a second order system, and so on.

For each order of the system there will be a relative time for the transient process.

Thus, the higher the speed is required, the more – by modulus - the mean geometric root must be.

The method suggested by Butterworth consists of assigning roots onto the semicircle of radius ω_0 in the left part of the complex plane, and located at an equal angular distance from each other. With the help of Viet's theorem, which connects roots with coefficients, one can form

equations for a characteristic polynomial. Below are the expressions of the corresponding characteristic polynomials from the first to the fifth order inclusive:

$s + \omega_0$,

$s^2 + 1{,}4 \cdot \omega_0 \cdot s + \omega_0^2$,

$s^3 + 2{,}0 \cdot \omega_0 \cdot s^2 + 2{,}0 \cdot \omega_0^2 \cdot s + \omega_0^3$,

$s^4 + 2{,}6 \cdot \omega_0 \cdot s^3 + 3{,}4 \cdot \omega_0^2 \cdot s^2 + 2{,}6 \cdot \omega_0^3 \cdot s + \omega_0^4$,

$s^5 + 3{,}24 \cdot \omega_0 \cdot s^4 + 5{,}24 \cdot \omega_0^2 \cdot s^3 + 5{,}24 \cdot \omega_0^3 \cdot s^2 + 3{,}24 \cdot \omega_0^4 \cdot s + \omega_0^5$.

The reactions of Butterworth systems (Figure 2) to a stepwise action in comparison with similar reactions of binomial systems are more oscillatory, but in many cases they correspond to the intuitive idea of an optimal transient process.

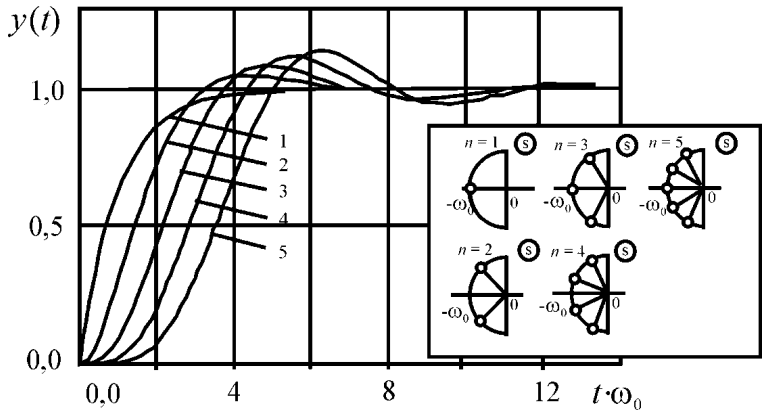


Figure 2 – Roots location for the characteristic equation and the behavior of transients for the Butterworth diagram

From Fig. 2 we conclude that for *n> 1*, the Butterworth distribution gives faster processes than the binomial distribution, with a slight overshoot.

Procedure for calculating the parameters of the modal controller

Suppose for a linear object that it is required to select the parameters of the control law in such a way that the closed system has a given set of poles that are simultaneously the eigenvalues of the state matrix for the closed system and can be determined from the matrix characteristic equation

$$\det(Is - A + BK) = 0$$

We should note that in general, the state variables of the system represented in the canonical form of controllability may be unavailable for measurement. Therefore, in the presence of a vector-matrix model of the object in an alternative form (not in the Frobenius' form) the coefficients for the matrix K are calculated by the Ackerman's formula.

The Akkerman's formula is based on the similarity transformation that modifies a given model of an arbitrary structure into a canonical control form, and then the required coefficients K_i are determined. Then the decision is recalculated backward to obtain the original structure. These actions are carried out using the Akkerman's formula

$$K = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B & AB & \dots & A^{n-2}B & A^{n-1}B \end{bmatrix}^{-1} \alpha_c(A),$$

where the second (block) matrix is the inverse object controllability matrix; $\alpha_c(A)$ is a matrix polynomial formed by using the coefficients of the desired characteristic polynomial in which the matrix A is used instead of the Laplace variable:

$$\alpha_c(A) = A^n + \alpha_{n-1} A^{n-1} + \dots + \alpha_1 A + \alpha_0 I$$

The Akkerman's formula for calculating the matrix K can be found with a computer.

The methods of modal control in their initial formulating give a good enough control quality.

УДК 621.798:663.916

РАЗРАБОТКА СЕРИИ УПАКОВОК ДЛЯ ШОКОЛАДНЫХ КОНФЕТ ТОРГОВОЙ МАРКИ «МАЙЯ»

А. Д. Слобода
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Одним из самых популярных подарков в период праздников являются шоколадные конфеты. Их варианты оформления могут быть разными: сундучки, баулы, сказочные замки, теремки, мультипликационные герои и так далее. Среди материалов упаковки чаще всего встречаются картонные и жестяные коробки. Преимущество картона для создания подарочной упаковки, в отличие от жестяных коробок, состоит в том, что это наиболее дешевый материал, позволяющий придать упаковке различную форму и нанести на поверхность рисунок и текст. Коробка из жести, которая является более дорогим вариантом, не позволяет использовать большого разнообразия форм, хотя и выглядит основательнее, солиднее картонной. Конфеты также могут быть оригинально упакованы в тубы. Такая туба может быть выполнена как из пластика, дерева, жести, так и из простого картона. Так как все упаковки отличаются друг от друга, то потребители прежде всего выбирают не только и не столько содержимое коробки для конфет, сколько саму упаковку. Поэтому число продаж подарочных наборов конфет в коробках напрямую зависит от оформления и качества.

Однако среди большого разнообразия упаковок для конфет у них есть один большой недостаток – отсутствие узнаваемости. Поэтому было принято решение о разработке оригинальной серии упаковок шоколадных конфет.

Данное разнообразие ориентировано на жителей возрастной категории от 18 до 45 лет и предназначено для употребления продукта высшего качества средним классом населения.

В качестве логотипа торговой марки «МАЙЯ» (рис. 1) выступает наиболее интересный и запоминающийся знак – стилизованное изображение лица индейца племени Майя, для которых темная жидкая масса шоколада являлась священным напитком. Ведь именно племя Майя были основателями изготовления данного продукта. Поэтому была разработана торговая марка, которая ассоциируется с графическим элементом, выделяющим ее среди других торговых марок. Цветом торговой марки является золотистый, так как золотой цвет считается символом богатства и материального достатка. Для написания торговой марки выбран шрифт Pilotka, так как это нейтральный шрифт, который является универсальным. Далее используется название рецептуры «Шоколадное безумие» для любителей настоящего шоколада, попробовав который хоть один раз, они будут поражены ярким вкусом конфет, ассоциирующимся с тропическими фруктами, растущими в очень жарком климате. Для названия выбран шрифт Appetite, так как весь дизайн построен на закругленных элементах, поэтому целесообразнее было выбрать такой шрифт с плавными очертаниями.

Рисунок 1 – Логотип торговой марки шоколадных конфет «МАЙЯ»

В качестве фонового изображения (рис. 2) на всех вариантах ассортиментного ряда используется три прямоугольника. В центре прямоугольника сверху расположена торговая марка в золотистом цвете, ниже ее представлено название рецептуры «Шоколадное безумие». В нижней части прямоугольника показано название продукта и запечатлен вид

продукта. По бокам в двух прямоугольников расположены рисунки разных цветов на темном фоне. Общая композиция упаковки остается постоянной. Изменяемыми элементами дизайна в зависимости от вида продукции являются фотоизображения различных конфет, в зависимости от вкуса.

На первом варианте упаковки по двум сторонам прямоугольников изображены элементы розово-оранжевого цвета на светло-сиреневом фоне, которые ассоциируются с названием продукта «шоколадные конфеты с фруктовой начинкой». Центральный прямоугольник выделяется за счет темно-сиреневого цвета.

На втором варианте упаковки по двум сторонам прямоугольников изображены элементы оранжево-кремового цвета на коричневом фоне, которые ассоциируются с названием продукта «шоколадные конфеты с ореховой начинкой». Центральный прямоугольник выделяется за счет темно-коричневого цвета.

Рисунок 2 – Ассортиментный ряд

На обратной стороне левой части упаковки располагается на русском языке информация о производителе, состав продукта, пищевая ценность, срок годности, дата изготовления, написаны прямым строгим шрифтом Arial, так как эта информация должна хорошо читаться при довольно малых размерах шрифта.

На обратной стороне правой части упаковки располагается на английском языке информация о производителе, состав продукта, пищевая ценность, срок годности, данные о сертификации и штрих-код.

Для разрабатываемых шоколадных конфет формой упаковки выбрана прямоугольная коробка-пенал, в качестве материала выбран картон FBB-Folding Boxboard, многослойный коробочный картон с двусторонним мелованным покрытием.

Коробки необходимо утилизировать. Среди возможных способов утилизации наиболее оптимальным будет вторичная переработка. Картон наиболее удобен во вторичной переработке, поэтому картон еще долго останется наиболее популярным материалом для упаковки. При данном способе утилизации на выходе получается качественный продукт, являющийся экологически и экономически целесообразным.

Таким образом, основная часть разработки серии упаковок для шоколадных конфет торговой марки «МАЙЯ» выполнена полностью.

Список литературы

1. Миленький, А. В. Утилизация упаковки / А. В. Миленький. – Кемерово : КемТИПП, 2014. – 102 с.

УДК 664.834:664.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯГОД ЖИМОЛОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

И. В. Слуянова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В природе насчитывается более 200 сортов жимолости. На кустарниках находятся прямостоячие или слегка изогнутые красно-бурые побеги с мелкими бледно-зелеными листьями. Цветет мелкими желтыми цветками, собранными по 2–4 в соцветия. Урожай собирают в июне, ягоды синеватого цвета с восковым налетом, съедобные, приятного кисло-сладкого, иногда горьковатого вкуса, напоминающие голубику. Кожица на ягодах очень тонкая, мякоть нежная. Семена в плодах жимолости очень мелкие, они практически не ощутимы на вкус [1].

В ягодах жимолости содержится многочисленное количество полезных кислот. Ягода в значительном количестве содержит (в процентах на сырую массу) 11,6–14,7 % сухих веществ, 2,9–5,2 % сахаров и 1,1–1,45 % пектиновых веществ. Доля сахаров и кислоты в ягодах меняется в зависимости от зрелости. По мере созревания растет содержание сахаров. Богата жимолость микро- и макроэлементами. Особая ценность ягод по содержанию магния (21,7 мг на 100 г), натрия (35,2 мг на 100 г). По наличию калия (70,3 мг на 100 г), ягода уступает лишь бруснике. Большое количество фосфора, железа и кальция. Из микроэлементов обнаружены медь, марганец, кремний, йод, а также алюминий, стронций и барий [4]. По содержанию йода жимолость уступает только клубнике, черной смородине, малине, морошке и ежевике. Один из важнейших микроэлементов ягод жимолости – селен, обладающий выраженным антиоксидантным действием. Содержание селена в жимолости составляет 5,4–8,1 мкг/100 г.

Известны данные о пищевой и энергетической ценности высушенной ягоды жимолости (на 100 г съедобной части): углеводы – 51,2 г, витамины каротиноиды – 8 г, витамин С – 115,9, энергетическая ценность – 244,7 ккал. Описано, что ягоды жимолости – ценный пищевой продукт. Хранение сухих ягод осуществляется в воздухонепроницаемой таре при температуре 18 °С вдали от источников сильного нагрева или охлаждения [3]. Допускаются колебания температуры в пределах ±5 °С. В настоящее время разработано большое количество различных способов обезвоживания растительного сырья (конвективный, кондуктивный, микроволновый, акустический, инфракрасный, вакуумный, сублимационный и т. д.) и используемых для этого сушильных установок.

Принцип действия конвективной сушки основан на передаче энергии к сырью путем омывания его сушильным агентом, в качестве которого выступает нагретый воздух. Влага, испаряющаяся с поверхности продукта, уносится сушильным агентом в окружающую среду. Обезвоживаемый продукт при этом может находиться в неподвижном состоянии, во взвешенном слое. В последнем случае сырье диспергируется и обезвоживается в потоке газообразного теплоносителя. При этом продукт находится в контакте с теплоносителем относительно короткое время за счет большой степени диспергирования и достаточно высокой температуры теплоносителя. В распылительных сушилках возможно также смешивание двух и более продуктов в процессе сушки. Таким способом возможно обезвоживать соки для получения фруктовых и ягодных порошков.

Сущность сублимационной сушки заключается в удалении влаги из продукта при давлении ниже тройной точки воды. В основу этой сушки положен тот факт, что при таком давлении влага в продукте может присутствовать только в двух агрегатных состояниях – газообразном и твердом. Влага в продукте при этом переходит в кристаллическую фазу и сублимирует в окружающую среду. Особенность сублимационной сушки в том, что сублимация влаги не вызывает заметных изменений в структуре продукта, что благоприятно сказывается на его качественных показателях [5]. В отношении плодово-

ягодного сырья сублимационная сушка является крайне перспективным методом обезвоживания для получения как цельных ягод, так и порошкообразных продуктов, характеризующихся высокими качественными показателями. Сухая ягода может также направляться на дальнейшую переработку в случае, если она будет использоваться в качестве добавок к другим продуктам.

Нами изучалась возможность использования ягод жимолости при производстве ржано-пшеничного хлеба. Известна технология, при которой порошок из обезвоженного шрота из ягоды жимолости используется в мучных кондитерских изделиях [2]. Отличие нашей технологии заключается в том, что предварительно ягоды жимолости размораживались, высушивались и измельчались. Исследован способ сушки измельченных ягод конвективным способом. Кривая сушки ягод жимолости при температуре 60 °С, представлена на рис. 1.

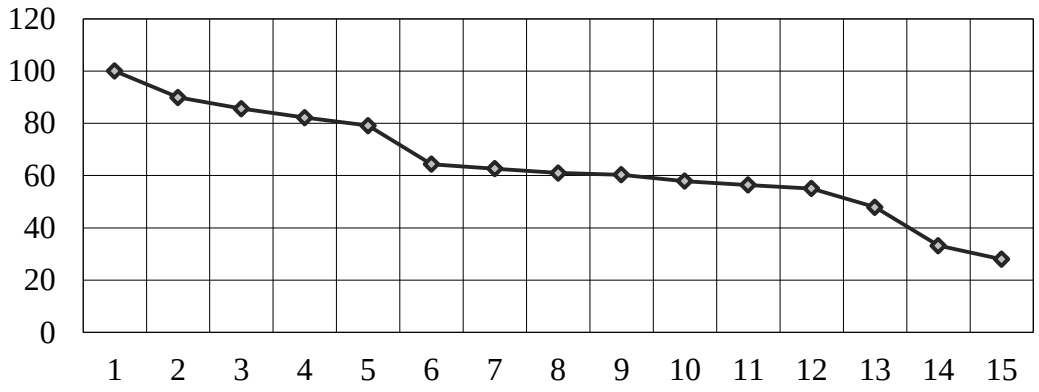


Рисунок 1 – Кривая сушки ягод жимолости при t = 60 °С

Сушка исследуемого вещества проводилась до постоянной массы. По построенным кривым сушки установлено, что средняя влажность ягод жимолости равняется 55,1 %. Таким образом, в работе изучена задача обогащения продуктов питания для населения ягодами жимолости. Выявлено, что в отличие от известных способов переработки ягод, при сушке измельченных ягод удается сохранить структуру продукта и его полезные свойства. Внесение высушенных ягод позволяет повысить пищевую ценность продукта. Опытным путем получены кривые сушки измельченных ягод жимолости при конвективном способе.

Список литературы:

1. Бакин, И. А. Изучение технологических аспектов использования нетрадиционного сырья в производстве булочных изделий / И. А. Бакин, А. С. Мустафина, А. Ю. Колбина // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 12. – С. 128–134.

2. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий / И. А. Бакин [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45, № 2. – С. 5–12.

3. Мустафина, А. С. Маркетинговое исследование рынка продуктов, содержащих экстракты и концентраты плодово-ягодного сырья / А. С. Мустафина, И. А. Бакин // Ползуновский вестник. – 2013. – № 12-2. – С. 132.

4. Смирнов, М. А. Разработка способа обеззараживания растительного сырья во взвешенном слое / М. А. Смирнов, И. А. Бакин // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 4. – С. 36–39.

5. Сибиль, А. В. Разработка технологий смесей для полуфабрикатов мучных изделий / А. В. Сибиль, И. Ю. Резниченко, И. А. Бакин // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 153–157.

УДК 621.798:641.5

РАЗРАБОТКА ФИРМЕННОГО СТИЛЯ СЕМЕЙНОГО КАФЕ «КАК ДОМА»

Е. А. Солдатова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Для узнаваемости компаний на любом рынке, в том числе и на рынке общественного питания, требуется его фирменный стиль. Существование фирменного стиля и использование его в деятельности компании, а также присутствие его в рекламе поможет компании выделиться среди конкурентов.

Фирменный стиль представляет собой комплекс цветографических и словестных элементов, позволяющих создать запоминающийся, целостный образ, который позитивно воздействует на восприятие организации, а именно за счёт узнаваемости упрощает коммуникации в маркетинге.

Наличие фирменного стиля подразумевает единую цветовую палитру документации, сувенирной и полиграфической продукции, а также наличие логотипа, слогана, фирменных цветов и констант. В качестве дополнительных элементов создается дизайн деловой документации, печатной продукции, наружной и сувенирной рекламы, а также разрабатывается интернет-сайт и бренд-бук.

Заказчику необходимо использовать изложенные в брендбуке стандарты, сохранять единство фирменного стиля, а также поддерживать и развивать созданный стиль.

Объектом создания фирменного стиля является кафе, расположенное в спальном районе г. Кемерово (б-р Строителей).

Для начала был проведен анализ местоположения предполагаемого кафе и проанализирован состав населения по возрасту и социальному положению. Таким образом, основными потенциальными потребителями, а значит и нашей целевой аудиторией оказались:

1) Студенты, молодежь
2) Молодые семьи с детьми
3) Спортсмены

Далее был произведен анализ предпочтений нашей целевой аудитории.

Студенты и молодежь, в основном, в первую очередь обращают внимание на ценовую составляющую. Поэтому необходимо бюджетное кафе.

Большое количество семейных пар с детьми предполагает наличие кафе с домашней, уютной обстановкой, а также возможностью хорошо провести время вместе с ребенком или устроить романтический вечер, оставив своё чадо в увлекательной детской комнате под присмотром аниматоров.

Наличие большого количества спортсменов, которые следят за своим питанием, говорит о заинтересованности в полноценных блюдах и здоровой пище.

Таким образом, необходимо создать кафе здорового питания с домашней обстановкой, и при этом бюджетное.

Первое, на что клиент обращает внимание - это название. Название должно быть универсальным, теплым, не привязанным к конкретной кухне, настраивающим на спокойный отдых. Путем социологического опроса были определены основные ассоциации потребителей с разрабатываемым форматом кафе. Затем на основании ассоциаций были подобраны несколько вариантов названии кафе, из которых наиболее оптимальным оказалось - «Как дома». Данный вариант создает хороший настрой, ассоциируется с семейным теплом, уютом, спокойствием, а также здоровым питанием.

Визуальный образ дополняет ассоциации, заложенные в названии. Логотип представляет собой стилизованные ложку и вилку, которые «обвивая» друг друга образуют сердце. Таким образом, с помощью образа столовых приборов создается ассоциация с пищей, а образ сердца придает нежности и теплоты.

Фирменные цвета выбраны – коричневый и зеленый. Зеленый – свежий природный цвет, который расслабляет, снимает нервное напряжение и приносит умиротворение. Коричневый – вызывает чувство надежности, защищенности и создает теплое настроение. Для написания названия в качестве фирменного шрифта использовался шрифт Amalfi. Буквы сделаны нарочито неровными, чтобы передать лёгкость атмосферы кафе.

Изображение логотипа кафе «Как дома» представлено на рисунке 1.

Рисунок 1. Изображение логотипа кафе «Как дома»

Разработанный фирменный стиль кафе включает в себя:

- Фирменный блок
- Фирменная шрифтовая гарнитура
- Фирменная палитра цветов
- Персональная визитная карточка
- Корпоративная визитная карточка
- Бланк
- Евроконверт (формат DL)
- Бейдж
- Штендер
- Элементы Candy bar
- Акционная карта
- Меню (А3)
- Ценник
- Листовка (А5)
- Сувенирная продукция
- Визуализация

При создании элементов фирменного стиля также поддерживался образ домашнего, семейного кафе. Например, при создании дизайна меню (рисунок 2) кроме стандартных разделов (горячие блюда/салаты/напитки/десерты) были добавлены «Детское меню», «Мамино меню» и «Папино меню».

Рисунок 2. Меню для кафе «Как дома»

Таким образом, разработанный фирменный стиль кафе отвечает всем заявленным требованиям. Создает образ дома, здорового питания семьи и уюта.

Список литературы

1. StudFiles [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studfiles.net/preview/4168866/.

2. Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia/Пастер,_Луи.

3. Миленький А. В. Утилизация упаковки: практикум / А.В. Миленький; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). – Кемерово, 2016. – 95 с.

УДК 66.061.34+664.8

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПЛОДОВ ЖИМОЛОСТИ В ВИБРАЦИОННОМ АППАРАТЕ

А. Ф. Сорокопуд, Н. В. Игушов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Среди всех встречающихся ягод Зауралья, как дикорастущих, так и культивируемых, которые могут быть успешно использованы в пищевой и смежных промышленностях, выделяется жимолость голубая [1, 4]. Выделяется она следующим набором свойств: она первая из всех созревающих в Зауралье ягод [5, 14], имеет широкий набор полезных веществ [3]. Биохимический состав подробно изучен многими учеными [2].

Плоды жимолости состоят из [1, 2]: 1,5–4,5 % различных органических кислот (янтарная, яблочная, лимонная, щавелевая). Содержание сухих растворимых веществ колеблется от 6 до 12 % в зависимости от сорта и сезона. Витаминный состав плодов жимолости [2] представлен витаминами С – 160 мг, B_1 – 3 мг, А – 50 мг, B_8 – 3 мг. Жимолость также имеет от 200 до 1800 мг Р-активных (полифенольных) соединений.

Необходимость применения экстрактов в различных отраслях промышленности подтверждена в ряде работ [4, 7, 13], но существующие способы получения экстрактов имеют множество недостатков, и многие из них консервативны [8, 10]. Существенным недостатком при работе с жимолостью существующими способами будет ее качественный анализ, т. к. в жимолости имеется достаточно высокое содержание витамина С [3]. Сдерживающим фактором также является недостаточная изученность методов экстрагирования из нее БАВ.

Цель исследований – определить целесообразность переработки замороженных при −18 °С плодов жимолости с помощью вибрационного аппарата.

В качестве объекта исследований выбрана жимолость, выращенная в Кемеровской области, урожая 2017 г., которая была заморожена и хранилась при температуре −18 °С. Исследования выполнены в вибрационном аппарате из нержавеющей стали, диаметром 0,15 м, рабочий объем 0,0025 м^3. В рабочем объеме находится перфорированная тарелка толщиной 0,0025 м, диаметром 0,146 м, с долей свободного сечения 16,5 %, которое образуют отверстия, диаметр которых (d_o) менялся в ходе эксперимента. Аппарат имеет плоское днище, расстояние от дна до вибрирующего рабочего органа составляет 0,045 м. Вибрирующий рабочий орган размещен на штоке, который осуществляет возвратно-поступательные движения в вертикальной плоскости с заданной частотой (n). Амплитуда колебаний (А) тарелки устанавливалась с помощью сменных планшайб на ременной передаче электродвигателя.

Через заданные промежутки времени отбирались пробы жидкой фазы. Пробу фильтровали и определяли: 1) концентрацию сухих веществ с использованием рефрактометра ИРФ – 454Б2М; 2) содержание витамина С йодометрическим титрованием [11]; 3) содержание флавоноидов спектрофотометрическим методом [12].

Частота вращения контролировалась тахометром ТЧ-10Р (класс точности 1). Замеры мощности, потребляемой электродвигателем, осуществлялись ваттметром Д5016 (класс точности 0,2).

Эффективность извлечения витамина С ($Э_{вит}$) и сухих веществ ($Э_{сух}$) рассчитывалась по формуле (1):

$$Э = \frac{C_{мах}}{N}, \quad (1)$$

где Э – эффективность; $C_{мах}$ – максимальная концентрация витамина С, мг% или сухих веществ, %масс; N – затраченная мощность подынтегральная, (Вт · ч);

Точка достижения равновесной концентрации сухих веществ рассчитывалась решением системы из двух уравнений. Первое уравнение – это процесс экстрагирования и окончание диспергирования. Второе уравнение – равновесный участок на кривой (рис. 2). Для витамина С временем достижения максимальной концентрации принимался глобальный экстремум. Представленные рисунки соответствуют строке № 6 табл. 1.

Затраченная мощность (N) рассчитывалась как интеграл от начального момента времени до достижения рассчитанного времени.

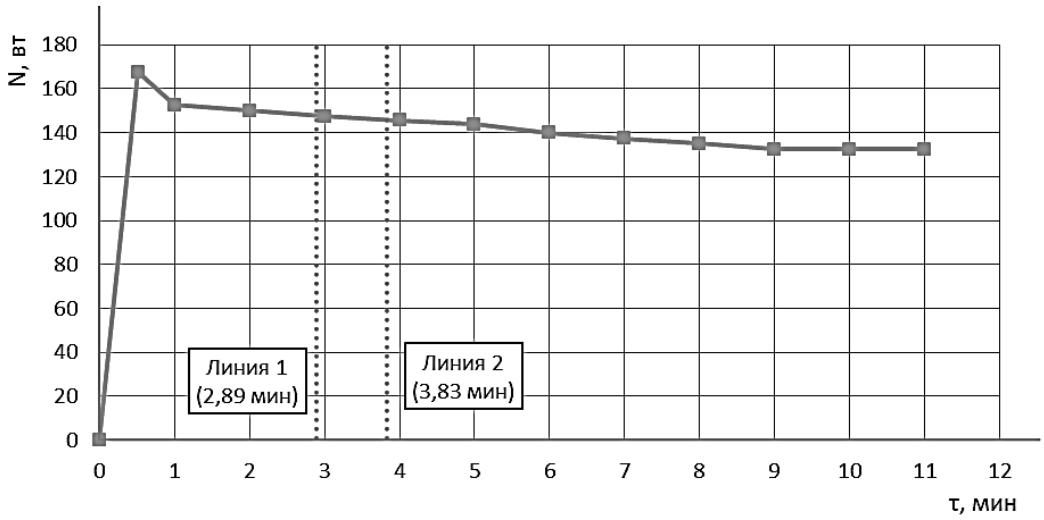


Рисунок 1 – Зависимость энергозатрат от времени; Линия 1 указывает на расчетное время по сухим веществам; Линия 2 указывает на расчетное время по витамину С

Из данных на рис. 1–3 очевидно, что достижению максимальной концентрации предшествует участок насыщения растворителя экстрагируемыми компонентами. В это время происходит размораживание, дополнительное диспергирование и начало процесса экстрагирования.

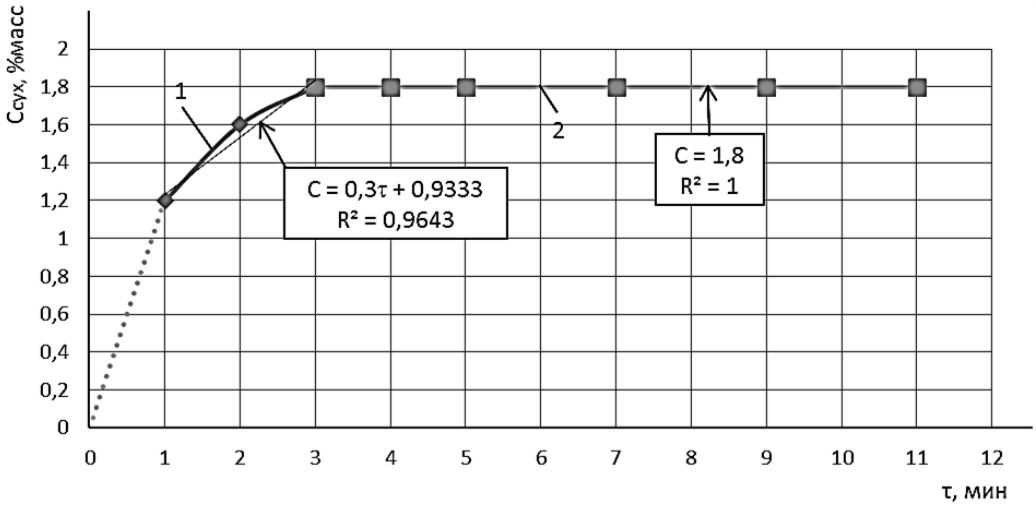


Рисунок 2 – Зависимость извлечения сухих веществ от времени. 1) Участок кривой, указывающий зависимость от начала процесса до момента достижения равновесной концентрации. 2) Участок кривой, характеризующий равновесное содержание сухих растворимых веществ

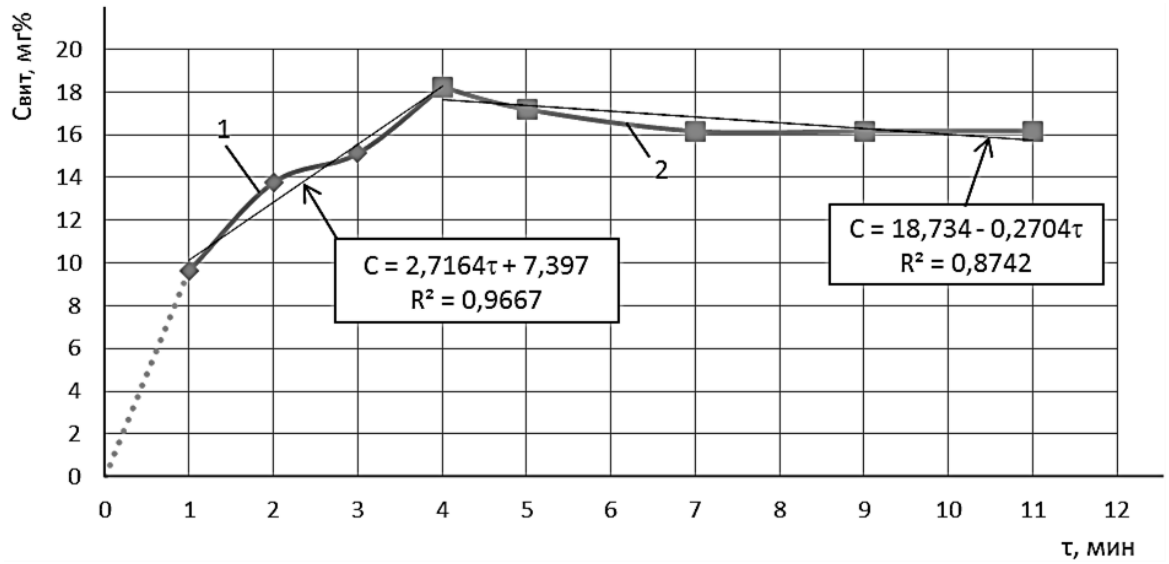


Рисунок 3 – Характер зависимости извлечения витамина С от времени. 1) Участок кривой, характеризующий зависимость от начала процесса до момента достижения наивысшей концентрации. 2) Участок кривой характеризующий снижение концентрации

Таблица 1 – Результаты эксперимента

№	d_o, мм	n, Гц	j	A, мм	$C_{сух}$, %масс	$C_{вит}$, мг%	τ, мин	N, Вт · ч	$Э_{вит}$	$Э_{сух}$	$Э_{ср}$
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	2,5	11,67	0,3	7	2,1	17,22	2,75	12,90	1,34	0,16	0,75
2	3	11,67	0,3	7	2	15,82	2,75	12,16	1,30	0,16	0,73
3	3,5	11,67	0,3	7	2,1	15,75	3,85	15,60	1,01	0,13	0,57
4	2,5	12,50	0,3	7	2	17,2	2	11,68	1,47	0,17	0,82
5	2,5	10,83	0,3	7	1,9	17,03	сух 3 вит 3,7	сух 9,9 вит 13,15	1,29	0,19	0,74
6	2,5	10,00	0,3	7	1,9	18,23	сух 2,89 вит 3,83	сух 9,37 вит 10,88	1,68	0,20	0,94
7	2,5	9,17	0,3	7	1,8	16,2	2,93	8,13	1,99	0,21	1,10
8	2,5	10,00	0,25	7	1,8	16,4	4,1	12,41	1,32	0,15	0,73
9	2,5	10,00	0,22	7	1,7	16,2	3, 94	12,95	1,25	0,13	0,69
10	2,5	10,00	0,2	7	1,6	16,3	сух 3 вит 4,1	сух 9,31 вит 12,48	1,31	0,18	0,74
11	2,5	10,00	0,3	4	1,9	16,4	сух 5,59 вит 3,9	сух 13,16 вит 8,78	1,87	0,14	1,01
12	2,5	10,00	0,3	5	1,9	15,2	4,2	11,63	1,31	0,16	0,74
13	2,5	10,00	0,3	6	1,7	16,72	сух 3,75 вит 4,6	сух 11,16 вит 14,13	1,18	0,15	0,67
14	2,5	10,00	0,3	8	1,6	13,072	2,84	9,51	1,38	0,17	0,77
15	3	10,00	0,3	7	1,65	14,88	2,69	8,38	1,78	0,20	0,99
16	3,5	10,00	0,3	7	1,8	15,79	сух 2,83 вит 3,79	сух 10,4 вит 12,87	1,23	0,17	0,70

Из рис. 1 видно, что процесс размораживания заканчивается в первую минуту, после начинается процесс диспергирования и экстрагирования. Очевидно, что время достижения равновесного содержания сухих веществ и витамина С наступает при примерно одинаковых значениях потребляемой мощности, что указывает на завершение процесса размораживания и диспергирования.

В табл. 1 представлены экспериментальные данные и результаты их обработки. В табл. 1 не включены результаты повторных, предварительных и неудачных экспериментов. Средняя эффективность ($Э_{ср}$) рассчитывалась как среднеарифметическое.

С 1 по 3 строку представлены результаты подбора диаметра отверстий, при фиксировании остальных параметров. Наивысшая эффективность и большее извлечение витамина С в строке 1, соответствующей диаметру отверстий 2,5 мм. Для дальнейших экспериментов принят диаметр отверстий, равный 2,5 мм. Данные в строках 4–7 указывают, что более эффективному выходу витамина С соответствует частота 9,17 Гц, но большее извлечение витамина С наступило при частоте 10 Гц. Анализ строк 6, 8–10 табл. 1 помогает оценить влияние гидромодуля, но эти данные зависимы от суммарной массы суспензии в аппарате. При различных гидромодулях она разная. Для объективности приведем расчет в абсолютных единицах (табл. 2).

Таблица 2 – Количество извлеченной массы витамина С и сухих растворимых веществ

j = 0,2	$M_{сух}$ = 20 мг	$M_{вит}$ = 154,8 мг
j = 0,22	$M_{сух}$ = 19 мг	$M_{вит}$ = 153,25 мг
j = 0,25	$M_{сух}$ = 18 мг	$M_{вит}$ = 165,1 мг
j = 0,3	$M_{сух}$ = 19 мг	$M_{вит}$ = 182,3 мг

Очевидно, что с учетом энергозатрат рациональным принят гидромодуль j = 0,3. Обращаем внимание, что рациональный гидромодуль лежит на границе экспериментальных данных. Это объясняется тем, что по результатам предварительного эксперимента при больших гидромодулях наблюдалось сильное разбрызгивание суспензии или недостаточное диспергирование плодов.

Помимо вышесказанного проведен количественный анализ экстракта на содержание флавоноидов. Типичная зависимость представлена на рис. 4. Эффективность выхода флавоноидов изменялась от 6,5 до 7,3. При максимальном извлечении достигала значения 295 мг%, а эффективность составила 6,95. Из представленных данных видно, что зависимость аналогична процессам, представленным на рис. 2 и 3. Кривую можно разделить на две, аналогично процессу извлечения сухих растворимых веществ, но экстрагирование флавоноидов идет значительно дольше.

Равновесная концентрация наступала на 25–30 минутах для всех экспериментов и для данной партии жимолости равна 275–295 мг% при j = 0,3.

Выполненные исследования и их анализ позволяют сделать следующие выводы.

Переработка замороженных при −18 °С плодов жимолости в вибрационном аппарате периодического действия целесообразна. Экспериментально доказано совмещение в одной единице оборудования операции размораживания, диспергирования и экстрагирования. Установлены рациональные параметры процесса переработки замороженных плодов жимолости в вибрационном аппарате: A = 7 мм, n = 10 Гц, j = 0,3 и d_o = 2,5 мм. Для получения экстрактов с высоким содержанием витамина С целесообразно контролировать его в ходе эксперимента, т. к. максимального содержания сухих веществ в экстракте можно достичь за большее время экстрагирования. Время наступления равновесной концентрации флавоноидов в водной среде при переработке замороженной при −18 °С жимолости составляет 25–30 минут, тогда как сухие вещества и витамин С извлекаются за 2–4,5 минуты.

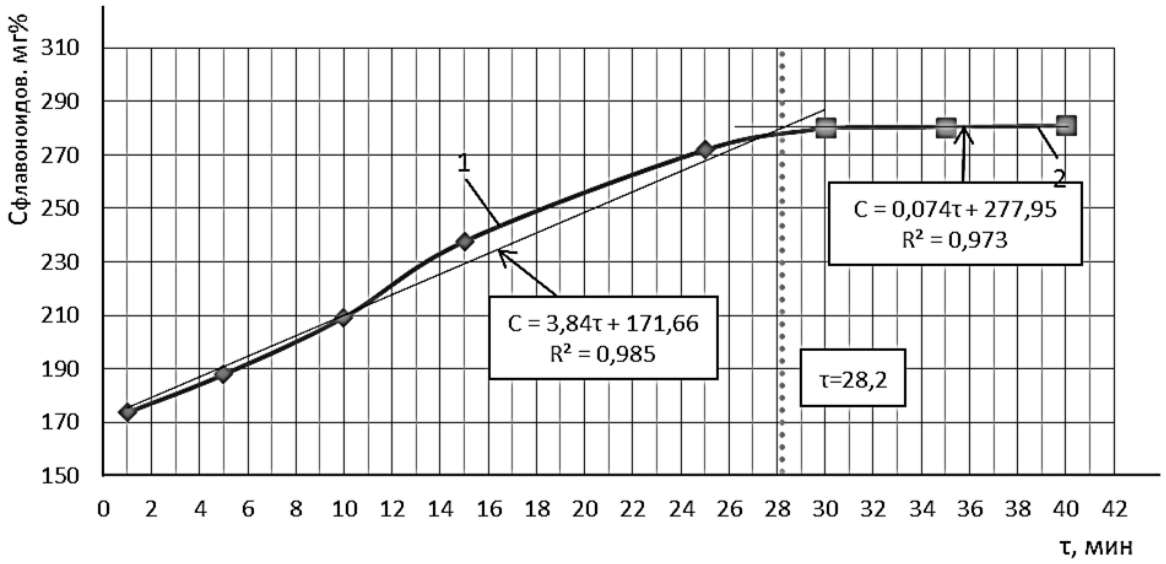


Рисунок 4 – Зависимость извлечения флавоноидов. 1) Участок кривой, характеризующий зависимость от начала процесса экстрагирования до момента достижения равновесной концентрации. 2) Участок кривой, характеризующий равновесное содержание флавоноидов

Полученные данные позволяют обоснованно подходить к выбору параметров процесса переработки замороженных плодов жимолости в аппарате с вибрационной тарелкой в зависимости от поставленных целей: получить максимальный выход сухих веществ, максимально извлечь витамин С, получить экстракт с высоким содержанием флавоноидов. Возможны и другие приоритеты.

Список литературы

1. Плеханова, М. Н. Актиния, лимонник, жимолость / М. Н. Плеханова. – Л. : Агропромиздат. – 1990. – С. 87.

2. Золотарева, А. Н. Плодово-ягодное сырье сибирского сада и его пищевая ценность / А. Н. Золотарева. – М. : Высшая школа, 2004. – 204 с.

3. Ершова, И. В. Биохимический состав плодов жимолости в условиях лесостепной зоны Алтайского края / И. В. Ершова // Состояние и перспективы развития культуры жимолости в современных условиях. – Мичуринск – наукоград, 2009. – С. 172–174.

4. Сорокопуд, А. Ф. Плодово-ягодные экстракты Западной Сибири: теоретические и практические аспекты / А. Ф. Сорокопуд, П. П. Иванов // Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2014. –136 с.

5. Хохрякова, Л. А. Сорта жимолости для промышленного возделывания / Л. А. Хохрякова // Научно-экономические проблемы регионального садоводства. – Барнаул, 2003. – С. 54–57.

6. Боярских, И. Г. Пути увеличения продуктивности жимолости синей / И. Г. Боярских // Научно-экономические проблемы регионального садоводства. – Барнаул, 2003 – С. 57–63.

7. Сорокопуд, А. Ф. Интенсификация экстрагирования плодово-ягодного сырья с использованием низкочастотного воздействия / А. Ф. Сорокопуд, В. А. Помозова, А. С. Мустафина // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2000. – № 5. – С. 35–39.

8. Олевский, В. М. Основные направления совершенствования экстракторов с вибронасадкой / В. М. Олевский, А. Е. Костаян, И. Я. Городецкий // Журнал прикладной химии, 1986. – № 9. – С. 2068–2073.

9. Савенко, А. В. Получение экстрактов крапивы двудомной и березы повислой в вибрационном аппарате / А. В. Савенко, А. Ф. Соркопуд, В. В. Гриценко // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 3. – С. 101–108.

10. Патент Российская Федерация 2341979 МПК A231.1/212. Способ получения экстрактов / А. Ф. Сорокопуд, М. В. Суменков ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Кемеровский Технологический институт пищевой промышленности – № 2007116408/13 ; заявл. 02.05.2007; опубл. 27.12.2008, Бюл. № 36.

11. Крешков, А. П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Качественный анализ / А. П. Крешков. – М. : Химия, 1970. –263 с.

12. Мархи, А. Т. Техно-химический контроль консервного производства / А. Т. Мархи, Т. Ф. Зыкина, В. Н. Голубев. – М. : Агропромиздат, 1989. – 154 с.

13. Модернизация линии производства плодово-ягодных экстрактов / А. Ф Сорокопуд [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32). – С. 110–114.

14. Жолобова, З. П. Жимолость: История, состояние и перспективы культуры в Сибири / З. П. Жолобова, Г. А. Прищепина. – Барнаул : Издательство АГАУ, 2003. – 108 с.

УДК 621.56

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАВНОВЕСНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОСТАТИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

О. С. Сошнянин, А. В. Усов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В данном эксперименте мы будем отслеживать изменения температуры охлаждающей жидкости (тосол) в жидкостной термостатирующей установке с автоматическим регулированием температуры от +22,5 °С до равновесной температуры.

Жидкостные термостаты – наиболее распространенный вид лабораторных термостатов, в них можно поддерживать постоянную температуру с точностью до ±0,02 °С.

Самая низкая температура, которую можно получить в холодильной установке при определенных внешних условиях, в определенной установке называется равновесная температура.

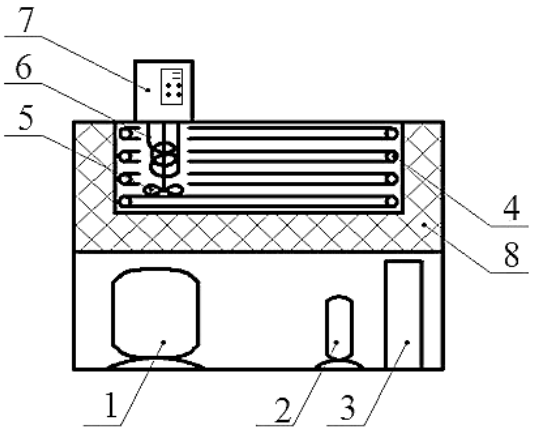


Рисунок 1 – Термостатирующая установка
1 – компрессор; 2 – ресивер; 3 – конденсатор; 4 – испаритель; 5 – мешалка; 6 – тэн; 7 – электронный блок; 8 – теплоизоляция

Холодильные и тепловые установки для термостатирования предназначены для поддержания постоянной температуры выше или ниже температуры окружающей среды. Необходимость термостатирования различных материалов очень важна при определении химических и физических свойств, таких как плотность, вязкость, поверхностное натяжение.

Принцип работы установки. Компрессор отсасывает пары хладагента, а затем сжимает их, после чего они поступают в конденсатор, где происходит процесс конденсации. Выделяемая теплота при фазовом переходе отводится в окружающую среду. После конденсатора жидкость дросселируется и поступает в испаритель. В испарителе происходит кипение хладагента за счет тепла охлаждаемой в установке жидкости. Теплоизоляция предназначена для того, чтобы уменьшить теплопритоки из окружающей среды. Также в установке имеется мешалка, которая перемешивает охлаждающую жидкость для более эффективного охлаждения, она включается и выключается с помощью электронного блока. Измерение температуры жидкости производилось с помощью термопары хромель-копель. На основе полученных данных была построена термограмма, изображенная на рис. 2.

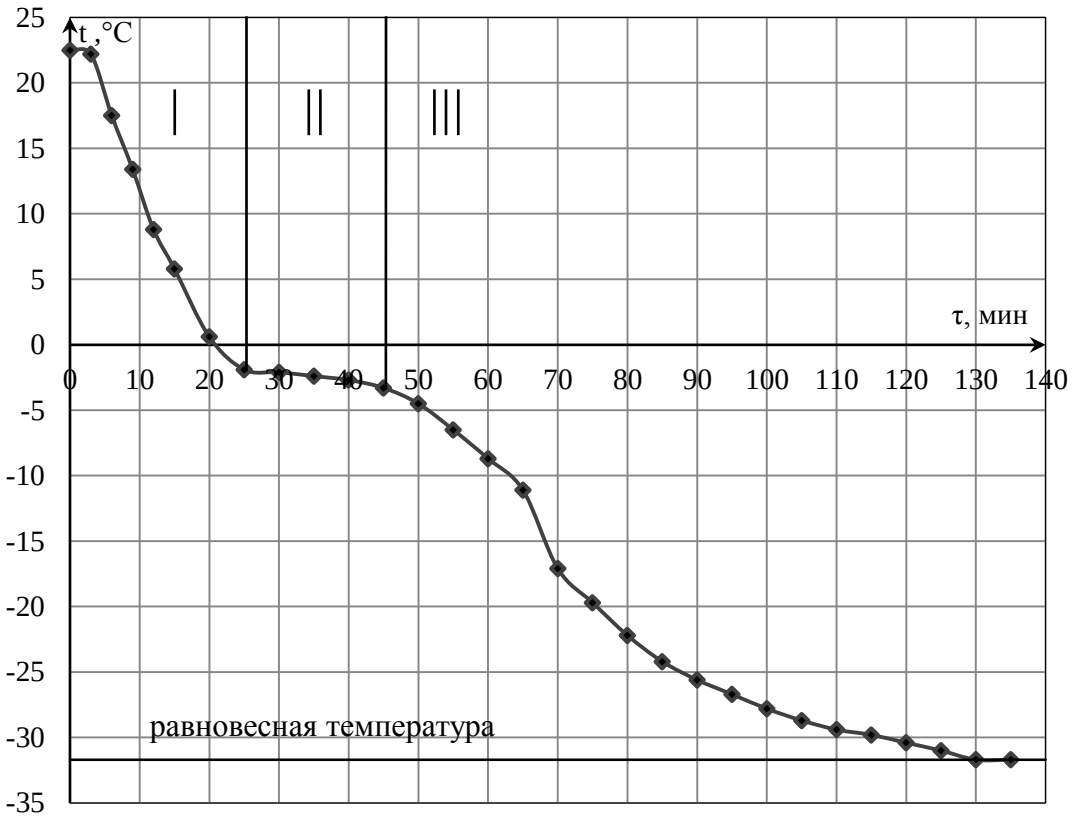


Рисунок 2 – Термограмма понижения температуры охлаждающей жидкости (тосола) в термостатирующей установке

На рис. 2 изображена термограмма изменения температуры охлаждающей жидкости. На кривой отчетливо видны три этапа: первый – охлаждение, второй – замораживание, третий – понижение до равновесной температуры. Температура жидкости в начале охлаждения составила 22,5 °С, а в помещении – 24 °С.

При работе установки видно, что на первом этапе температура понизилась от 22,5 до −1,9 °С за 25 минут. За первые 3 минуты температура жидкости почти не изменилась. Затем температура стала резко понижаться до криоскопической. Температура, при которой вода в веществе начинает замерзать, называется криоскопической. Она зависит от концентрации и свойств раствора.

На втором этапе установился изотермический процесс, который продолжался около 20 минут. Изотермический процесс – это процесс, протекающий при неизменной температуре. Второй этап – это процесс замораживания воды в тосоле, при котором выделяется теплота кристаллизации, поэтому температура не понижается.

На третьем этапе происходило понижение температуры от криоскопической до равновесной −31,7 °С, и это понижение продолжалась 90 минут.

Весь процесс понижения температуры от 22,5 до −31,7 °С продолжался 135 минут. Через 40 минут после начала эксперимента консистенция жидкости (тосола) стала более густой. Скорость понижения температуры при данных условиях составила 0,4 °С в минуту.

В данной установке можно производить термостатирование различных объектов, а также исследовать замораживание погружением и определять характеристики температуры.

УДК 681.51

ПОДКЛЮЧЕНИЕ РЕГУЛЯТОРА ТРМ-251 К ОРС-СЕРВЕРУ И SCADA-СИСТЕМЕ

Д. М. Спатаров, Р. В. Котляров
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

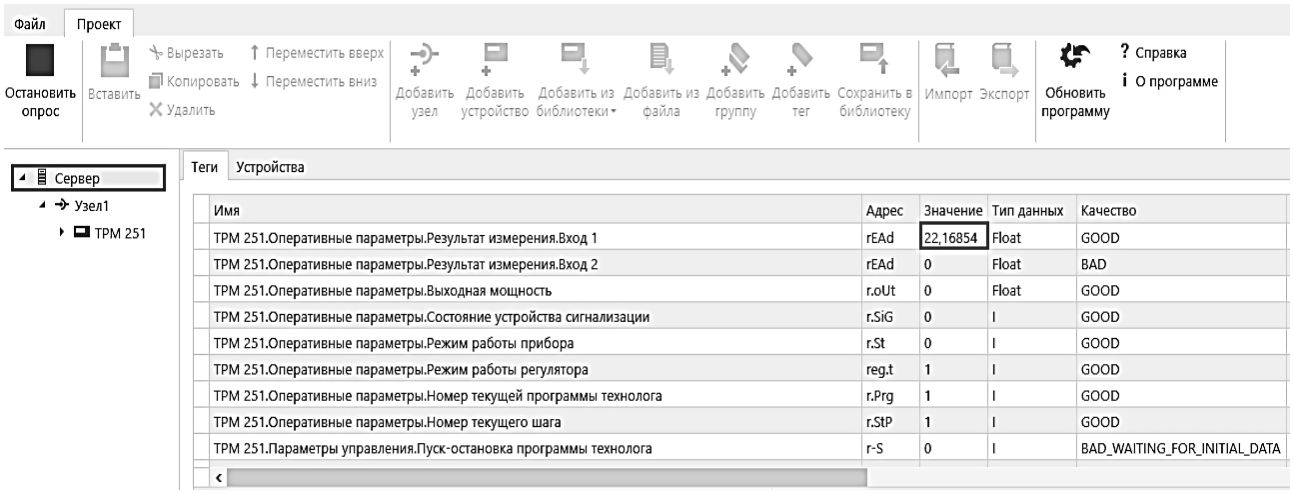
Для упрощения использования современных приборов и взаимодействия SCADA-систем и приборов используется программа ОРС-сервер от компании ОВЕН [4, 5].

Новый ОРС-сервер ОВЕН предназначен для осуществления обмена данными между приборами с жестко заданной логикой, свободно программируемыми устройствами ОВЕН и любыми SCADA-системами. Теперь для настройки обмена по протоколам ОВЕН и Modbus используется один новый ОРС-сервер [1, 2].

Основные характеристики ОРС-сервера:

- Работа по интерфейсу RS-485 (с использованием преобразователей интерфейсов ОВЕН АС4 и АС3-М).
- Поддержка протоколов ОВЕН и функций с 1 по 6,15 (0x0F), 16 (0x10) Modbus RTU/ASCII.
- Стабильная работа с большим количеством переменных – до 10 000 тегов.
- Контроль качества связи и удобный лог диагностических сообщений.
- Возможность просмотра значений переменных в реальном времени.
- Возможность добавления в ОРС-сервер любых устройств, работающих по протоколам ОВЕН или Modbus RTU/ASCII.
- Возможность создания и сохранения своих шаблонов.

Для подключения ОРС-сервера необходимо выполнить следующие действия при настройке того проекта, который вы в дальнейшем будете использовать. Для начала настроим связь ОРС-сервера с ТРМ-251 [4]. Чтобы установить соединение ТРМ-251 с компьютером, необходим преобразователь интерфейса ОВЕН АС4.



Имя	Адрес	Значение	Тип данных	Качество
ТРМ 251.Оперативные параметры.Результат измерения.Вход 1	rEAd	22,16854	Float	GOOD
ТРМ 251.Оперативные параметры.Результат измерения.Вход 2	rEAd	0	Float	BAD
ТРМ 251.Оперативные параметры.Выходная мощность	r.oUt	0	Float	GOOD
ТРМ 251.Оперативные параметры.Состояние устройства сигнализации	r.SiG	0	I	GOOD
ТРМ 251.Оперативные параметры.Режим работы прибора	r.St	0	I	GOOD
ТРМ 251.Оперативные параметры.Режим работы регулятора	reg.t	1	I	GOOD
ТРМ 251.Оперативные параметры.Номер текущей программы технолога	r.Prg	1	I	GOOD
ТРМ 251.Оперативные параметры.Номер текущего шага	r.StP	1	I	GOOD
ТРМ 251.Параметры управления.Пуск-остановка программы технолога	r-S	0	I	BAD_WAITING_FOR_INITIAL_DATA

Рисунок 1 – Значение температуры в программе ОРС-сервер, считываемое с ТРМ-251

При настройке подключения ТРМ-251 к ОРС-серверу для корректной работы нужно установить драйвер на COM порт и проверить подключение. Далее в программе настраиваются параметры работы ТРМ-251, и после всех настроек можно запускать опрос программы.

SCADA-система TRACE MODE решает следующие задачи:

- Обмен данными с «устройствами связи с объектом», (то есть с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы.
- Обработка информации в реальном времени.

- Логическое управление.
- Отображение информации на экране монитора в понятной для человека форме.
- Ведение базы данных реального времени с технологической информацией.
- Аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями.
- Подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса.
- Осуществление сетевого взаимодействия между SCADA-станциями (компьютерами).
- Обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.). В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню MES.

Таблица 1 – Параметры регулятора ТРМ-251

Параметры управления	**Оперативные параметры**
Уставка	Номер текущего шага
Время роста	Номер текущей программы технолога
Время выдержки	Температура
	Мощность
	Режим работы прибора
	Сигнализация

Далее нужно связать TRACE MODE и OPC-сервер между собой. Для этого нужно создать проект в TRACE MODE. У нас будет два экрана. На первом экране изображены линии трендов и параметры, которые измеряет и может отобразить ТРМ-251. На втором экране – все возможные переменные (это нужно для отслеживания изменения параметров ТРМ-251) и параметры, которые мы можем задавать и изменять непосредственно с компьютера. Теперь нужно эти параметры привязать к OPC-серверу. Для этого нужно в среде TRACE MODE создать компонент OPC-сервера и поэтапно привязать каждый из них.

OPC-сервер является современной и удобной программой для настройки и дальнейшего подключения оборудования к SCADA-системам. Но, к сожалению, является узконаправленным, только для оборудования ОВЕН.

Список литературы

1. Баталин, Г. Создание распределенных систем сбора данных на основе стандарта OPC / Г. Баталин, В. Васютинский // Современные технологии автоматизации. – 2005. – № 2. – С. 84–87.

2. Богданов, Н. OPC Unified Architecture: изменения в популярной технологии информационных обменов с точки зрения инженера / Н. Богданов, О. Киселева // Современные технологии автоматизации. – 2010. – № 3. – С. 82–87.

3. Дышлюк, Е. Н. Методы структурной и параметрической идентификации объектов управления на примере эмулятора печи ЭП10 / Е. Н. Дышлюк, Р. В. Котляров, С. Г. Пачкин // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – № 4. – С. 159–165.

4. ОВЕН. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.owen.ru.

5. Системы автоматического контроля и сбора информации (SCADA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www. bourabai.ru/dbt/scada.htm.

УДК 655.245:663.8

АНАЛИЗ ЛОГОТИПОВ РОССИЙСКИХ БРЕНДОВ СОКА

А. М. Строкольский
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

На сегодняшний день с момента первого появления такого продукта, как сок, на российском рынке появилось большое количество различных брендов сока. Изготовители все как один уверяют, что именно их продукт обладает стопроцентным качеством и натуральностью, что так важно для потребителей. И это, бесспорно, так, но для того, чтобы оценить, так ли это на самом деле, и правда ли то, что говорит производитель, сок нужно использовать по назначению, другими словами, попробовать. Тут в дело вступает еще один немаловажный фактор, а именно дизайнерское решение упаковки продукта. Дизайн является очень важным элементом упаковки, так как именно благодаря ему будет осуществляться реализация продукта. Если предположить, что все производители действительно делают высококачественный натуральный продукт, то получается, что на рынке большей популярностью будет пользоваться тот бренд, который сможет притянуть к себе большее количество потребителей как раз за счет дизайнерского решения и грамотной рекламной политики. Опираясь на статистические данные, можно заметить, что большой популярностью пользуются такие бренды, как «J-7», «Добрый», «Я». Рассмотрим их логотипы и выделим плюсы и минусы данных логотипов.

Первым рассмотрим логотип сока «J-7», который представлен на рис. 1.

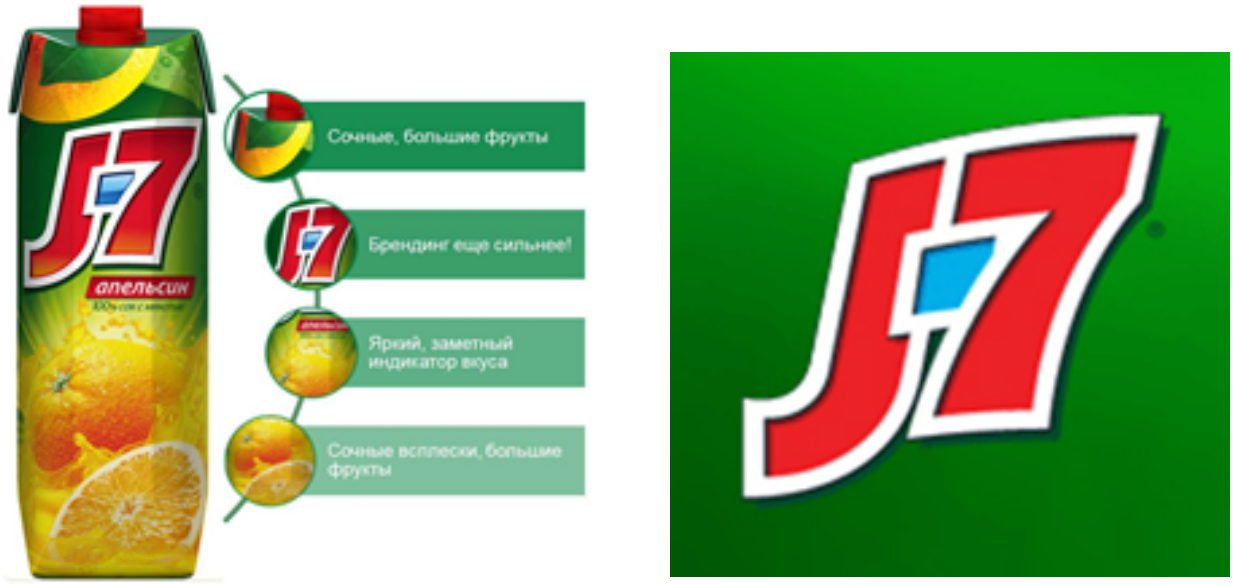


Рисунок 1 – Логотип сока бренда «J-7»

При первом взгляде на логотип сразу можно выделить плюсы: он привлекает внимание за счет красного цвета, который выбран в качестве основного цвета. Для обрамления выбран белый цвет, который очень удачно выделяет логотип на фоне остальной композиции упаковки. Минусом данного логотипа можно выделить не совсем удачный выбор цвета разделяющего знака «-». Если рассматривать его в пределах логотипа, то сочетание синего и красного допустимо, но на фоне общей композиции он выглядит не гармонично.

Следующим проанализируем логотип торговой марки «Добрый», он представлен на рис. 2.

Рисунок 2 – Логотип сока бренда «Добрый»

Лаконичность и узнаваемость – сильные стороны данного логотипа.

Выбранные цвета указывают на чистоту и натуральность продукта. Крупная надпись «Добрый», исполненная в белом цвете, привлекает внимание потребителя, а благодаря зеленому фону читаемость данного логотипа становится максимально простой и понятной. К минусам логотипа можно отнести простоту его исполнения, которая дает преимущество конкурентам, чья упаковка имеет более привлекательный внешний вид.

Далее рассмотрим логотип бренда «Я», который представлен на рис. 3.

Рисунок 3 – Логотип сока бренда «Я»

Как и у предыдущего бренда, логотип сока «Я» имеет следующие плюсы: легко обращает на себя внимание за счет грамотно подобранных цветов, и из-за них же довольно просто читается на упаковке. Простоту логотипа компенсирует общая композиция упаковки, за счет которой продукт имеет привлекательный внешний вид и пользуется большой популярностью.

Проведенный анализ показал, что даже у логотипов самых популярных брендов есть недостатки, поэтому создание новых брендов и дизайнерских решений является актуальной темой на сегодняшний день.

Список литературы

1. Росконтроль. Рейтинги и обзоры качества потребительских товаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.roscontrol.com.

УДК 681.586

ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСВЕЩЕННОСТИ

С. М. Султакаева, А. С. Широкова
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В нашей статье рассмотрен автоматический датчик температуры и освещенности, который предназначен для автоматического регулирования жалюзи. Он используется во многих проектах для Arduino.

Сперва рассмотрим датчик температуры. Он представляет собой термоэлемент. Такой датчик используется в измерительных и преобразовательных устройствах, и, разумеется, в системах автоматизации. Он преобразует контролируемую величину в электрический сигнал, который удобен для измерения, передачи, преобразования, хранения и регистрации информации о состоянии объекта, над которым проводим измерения.

Датчики температуры широко распространены в системах автоматизации, как ранее отметили. А конкретнее, если в помещении слишком жарко или слишком холодно, то жалюзи будут автоматически открываться или закрываться. Этот датчик, пара резисторов и Arduino обеспечат нас тем, что нам не придется самим открывать, закрывать жалюзи, следить за температурой в помещении, что очень удобно (рис. 1).

Рисунок 1 – Датчик температуры для жалюзи

В наше время в каждом доме, оснащенном современной системой отопления, найдутся датчики температуры: наружный и комнатный. Наружный датчик температуры может учесть данные температуры воздуха на улице. Его показания с прогнозом домашней метеостанции помогут определить оптимальный режим работы системы отопления и вентиляции. Комнатные датчики температуры способствуют поддержанию комфортной температуры в отдельных помещениях (рис. 2).

Рисунок 2 – Комнатный температурный датчик

Далее мы рассмотрим датчик освещенности. Датчик освещенности дает большую экономию электроэнергии для предприятий. Такой прибор является автоматическим в зависимости от времени суток. Его можно использовать как в помещении, так и на улице, например, в освещении дома, подъездов, лестниц. Стоимость таких датчиков небольшая, и поэтому они будут быстро окупаться. Чаще всего датчики освещенности изготавливаются на основе фотодиода или фоторезистора.

Начнем с того, что фоторезисторы применяются для показания света или его отсутствия. Световая волна оказывает влияние на чувствительный элемент фоторезистора, фотоны действуют на электроны и заставляют их передвигаться в зону проводимости, в связи с этим в материале возникает значительное количество электронов, из-за чего повышается электропроводность, т. е. он изменяет сопротивление в зависимости от освещения окружающей среды. Зачастую для изготовления фоторезисторов используют германий и кремний.

Фоторезистор имеет очень простую схему подключения к датчику освещенности (рис. 3). Одно из плеч будет меняться от степени освещенности, второе плечо будет подавать напряжение на аналоговый вход. Затем в микросхеме контроллера это напряжение будет преобразовываться в цифровые данные через аналого-цифровой преобразователь. Это будет происходить из-за того, что сопротивление датчика при пропадании на него света уменьшается, и это означает, что величина падающего на нем напряжения будет уменьшаться.

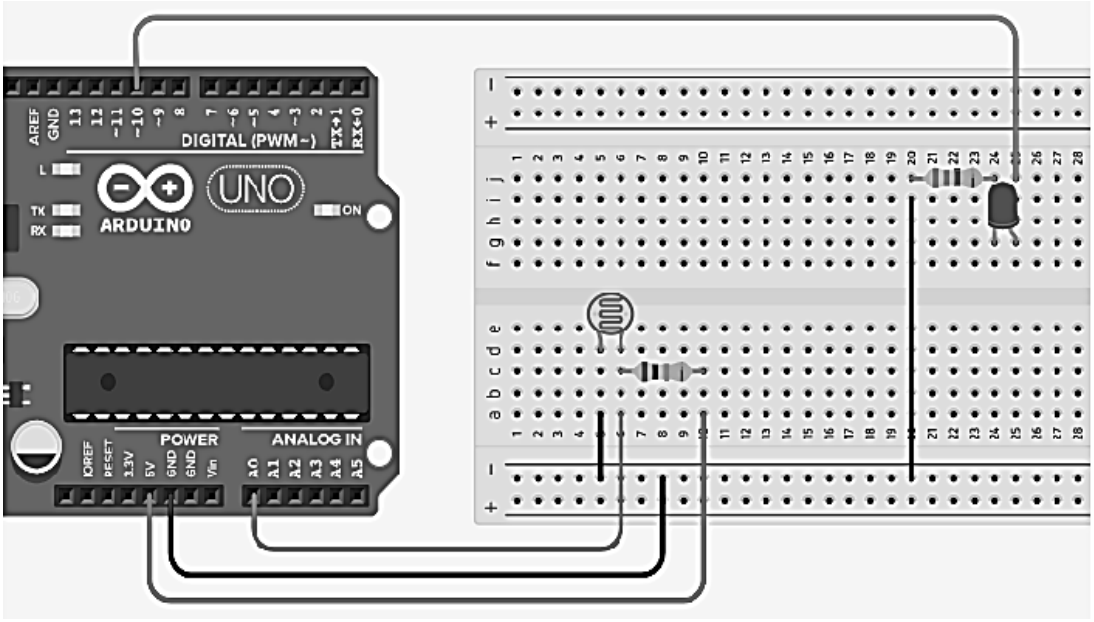


Рисунок 3 – Схема подключения фоторезистора

Во многих проектах для Arduino используют фоторезистор как датчик освещения. Так как датчик может автоматически управлять реле, запускать различные двигатели и самостоятельно отсылать сообщения. В целом можно выделить несколько плюсов и минусов такого датчика. К плюсам можно отнести доступность и простоту, к минусам – если частота изменения довольно велика, то резистор совсем перестает определять, что освещенность меняется.

И все-таки в конце нашей статьи мы хотим рекомендовать вам, чтобы в ваш повседневный быт, в вашу работу входили различные автоматические либо автоматизированные приборы, которые бы облегчали вам жизнь и экономили время для того, чтобы совершать новые открытия!

УДК 681.5

БЕСПРОВОДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАГРУЗКОЙ В СЕТИ

У. С. Султанов, Р. В. Котляров
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В данной статье рассматривается беспроводное управление сети, построенной на базе микропроцессорной платформы ArduinoUno (ATmega328P). На сегодняшний день развитие и модернизация микропроцессорных систем получили широкую популярность во всем мире, как и в промышленном производстве, так и в пищевой биотехнологии. Они удобны в использовании благодаря своим малым габаритам (6,9×5,3 см), надежности, экономичности, удобству в программировании, доступности важных литератур. Использовав к ArduinoUno датчики тока GY-7125A и радиомодуль приемника и передатчика на 433 МГц, который будет передавать информацию на расстоянии, тем самым позволив полностью минимизировать затрату на монтажные работы и исключив лишние токопроводящие провода. Спроектировав тем самым данный макет, который позволяет сократить затраты на коммунальные услуги, а также предотвращает нагрузки в сети, учитывается почти все недостатки разработки аналогичных устройств.

Техника не стоит на месте и с каждым годом модифицируются, обновляются и прогрессируют. Без нее невозможно представить нашу жизнь, так как она облегчает и делает нашу жизнь проще, автоматизируя все на своем пути. Одной из таких систем является разработка умного дома, иначе именуемая «SmartHouse», который включает себя несколько аспектов;

– пожаробезопасность: устройства, которые будут реагировать на дым;
– автоматическое управление бытовыми устройствами, включение и выключение приборов;
– системы контроля влажности и температуры помещения;
– системы вентиляции;
– системы электроснабжения и освещения;
– системы отопления и регулирования тепла;
– беспроводное управление.

Все они внедряются не только дома, но и в большие предприятия, которые нуждаются в этом. Одна из таких систем, которую я разработал, это беспроводное управление нагрузкой сети, построенное на базе Arduino Uno, которое является, по сути, мозгом всей системы, а датчики – исполнительными механизмами, которые посылают сигналы в микроконтроллер (ATmega328P).

Для реализации проекта помимо микроконтроллеров были задействованы датчик тока ACS712 (Analog Current Sensor), в котором датчик тока измеряет и контролирует протекающий ток, включая схемы защиты от перегрузки по току.

Для того чтобы реализовать дистанционное управление любыми электронными устройствами, были подключены радиомодули, работающие на частоте 433 МГц, в котором приемник служил в качестве систем сбора данных об устройствах и их контроля, а передатчик – в качестве передаче сигналов и о режимах работоспособности устройств к приемнику. Предполагается, что микроконтроллерный блок управления самостоятельно будет регулировать, увеличивать и уменьшать в нужном количестве к нужным приборам электрическую энергию за счет заданных программ, а датчик тока будет регистрировать ток в динамике. Данные через радиомодуль можно передавать только в одном направлении, а в обратном – только в том случае, если в передатчике будет установлен дополнительный приемник. Радиус такого устройства может охватывать около 150–200 м^2, что сокращает расход на монтажные силовые линии. Помимо этих датчиков в моем проекте использовались: потенциометр для контроля освещения; блок реле для включения и выключения электроприборов; лампочки для имитации потребления электричества; резисторы; blackboard.

Целью данного проекта является проектирование беспроводного управления нагрузкой сети, которое необходимо не только для минимизации потреблении электричества, но и для

контроля превышения максимально допустимых нагрузок домашнего энергоснабжения, причиной которого являются единовременные включения электроприборов, систем отопления и охлаждения, что приводит в лучшем случае к перегреву технических средств и выводу их из эксплуатации, а в худшем – к перегреву проводов или пожару.

Создав такое устройство, мы решим одну из главных проблем в потреблении электроэнергии, а именно проблему с максимально допустимыми нагрузками домашнего энергопотребления и перегрузками трансформаторов по районам. Таким устройством можно управлять не только автоматически, но и видеть визуально, управлять процессом на расстоянии.

Рассмотрим подробно схему управления (рис. 1), на которой передатчик состоит из следующих элементов:

1. МКК – микропроцессорный комплект ArduinoUno;
2. ИП – источник питания 5-9В;
3. БУ – блок управления, состоящий из Breadbord;
4. Подтягивающий резистор на 3 Ом;
5. Радиомодуль ПРД – передает информацию либо сигнал.

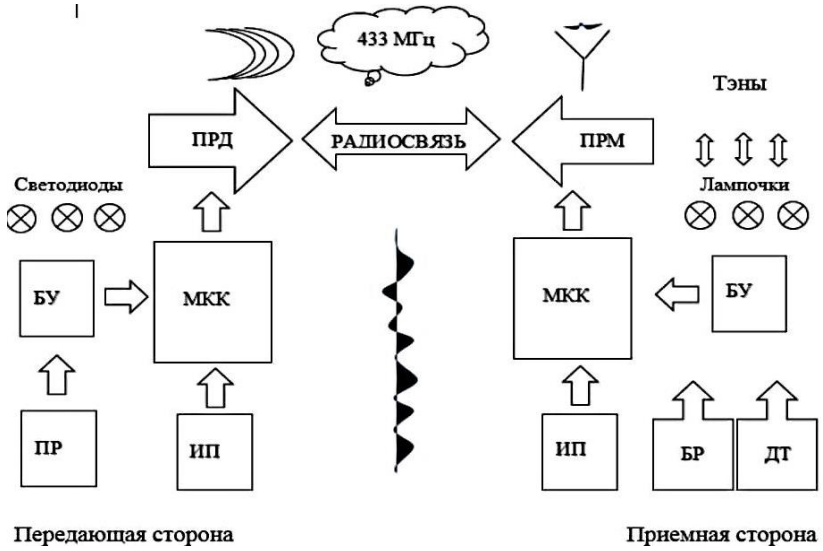


Рисунок 1 – Структурная схема управления (МБСУЭЭ)

Приемная сторона содержит следующие элементы:

1. МКК – микропроцессорный комплект ArduinoUno;
2. ИП – источник питания 5-9В;
3. Breadbord;
4. Радиомодуль ПРМ, который принимает сигнал от передатчика на частоте 433 МГц;
5. ДТ – датчик тока GY-7125A;
6. БР – блок реле;
7. Патроны и лампочки, имитирующие электрические приборы.

Список литературы

1. Каховский, Д. А. Разработка и исследование алгоритмов управления модуля энергосбережением системы «умный дом» / Д. А. Каховский, Т. В. Завадская // Материалы Международной научно-техническая конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Компьютерная и программная инженерия – 2016», Донецк.

2. Волшин, М. Е. Система «умный дом» в современном мире / М. Е. Волшин, Д. Ю. Найбауэр, И. А. Тутов // XII Всероссийская научно-практическая конференция «Технологии Microsoft в теории и практике программирования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: earchive.tpu.ru.

УДК 62-531.4

ПРОГРАММА СОЗДАНИЯ ВЫБОРКИ ФОТОГРАФИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ КАСКАДА ХААРА

В. В. Торгулькин, А. А. Шутков, Е. Н. Карнадуд, В. Р. Голубева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Каскад Хаара является одним из наиболее успешно применяемых инструментов для распознавания объектов. Его работа основывается на сравнении объектов на изображении со своим классификатором, который получается в ходе обучения каскада. Для обучения необходима выборка позитивных (где находится объект поиска) и негативных (где нет объекта поиска) фотографий, и эта выборка должна быть достаточно широкой для стабильной работы каскада.

Мы используем данный инструмент для создания программно-технического комплекса защиты человека от опасных технологических объектов [1]. Для нашей задачи условно был установлен порог в 20 тыс. позитивных и 17 тыс. негативных фотографий.

Для того чтобы скомпоновать необходимую выборку, есть несколько путей:

1. Съемка отдельных фотографий.
2. Использование готовых баз фотографий.
3. Использовать набор снимков из видеопотока.
4. Сгенерировать выборки из имеющихся фотографий с помощью специального ПО.

Так как для нашей задачи возникла необходимость в обучении каскада Хаара по особенному классификатору, а именно по верхней части туловища человека, то самым оптимальным способом является использование набора снимков из видеопотока для получения большего количества фотографий. Для негативной выборки использовались видеофрагменты производственных помещений фабрик и заводов, так как именно данный фон будет преобладать при работе нашей системы.

Для выборки из позитивных фотографий необходимо учитывать, где устанавливаются камеры, следящие за человеком в предполагаемой опасной технологической зоне. Обычно они должны находиться на высоте не менее трех метров и под определенным углом, для захвата как можно большей площади наблюдения. При наборе материала для обучения мы воспроизводили те же самые производственные условия, для уменьшения погрешностей. Примеры негативных и позитивных фотографий представлены на рис. 1.

а)

б)

Рисунок 1 – Негативные фотографии (а), позитивные фотографии (б)

При получении выборки проблемой стала обработка видеопотока и создание отдельных кадров, так как они должны быть одного размера и для одного отдельного объекта нужно несколько фотографий. Для решения этой проблемы нами была написана программа для создания выборок из видеопотока.

В программе указывается: директория видеофайла; директория для сохранения фотографий; размер зоны, в которой возможно выделение; размер создающейся фотографии; номер, с которого идет сохранение фотографий; частота кадров в секунду; промежуток сохранения фотографий. Диалоговое окно представлено на рис. 2.

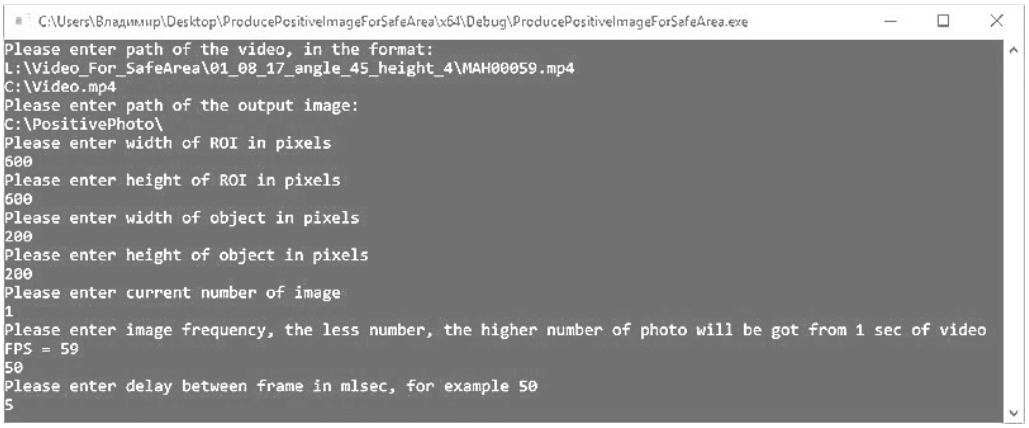


Рисунок 2 – Диалоговое окно программы

После ввода всех параметров открывается рабочее окно программы (рис. 3), на котором красным цветом отображается зона выделения, а синим – размер фотографии. Синяя рамка управляется с помощью компьютерной мыши, позволяя наводиться на объект, в нашем случае это верхняя часть туловища человека. Нажатием кнопки Ctrl на клавиатуре инициируется сохранение выделенной области в директорию, указанную ранее.

Рисунок 3 – Рабочее окно программы

С помощью данной программы заметно упрощается процесс получения выборки. Отдельно стоит отметить возможность «сопровождать» объект на видео, тем самым получая с одного человека несколько кадров, что позволяет более точно обучить каскад.

Список литературы

1. Шутков, А. А. Исследование рынка программного и аппаратного обеспечения для мониторинга периметра опасных технологических объектов / А. А. Шутков, В. В. Торгулькин // инновационные технологии научного развития: сборник статей Международной научно-практической конференции (20 мая 2017 г., г. Казань). В 5 ч. Ч. 2. – Уфа : АЭТЕРНА, 2017. – С. 110–113.

УДК 681.5:637.3:002

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗРЕВАНИЯ СЫРОВ

Х. А. Тошев, С. Г. Пачкин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Сыр является пищевым продуктом, богатым белками и жирами. Данный продукт вырабатывается из молочного сырья – коровьего, козьего, овечьего молока, сливок, обезжиренного молока, пахты, а также может вырабатываться из смеси различных видов молока. Продукт вырабатывается путем окисления, добавления дрожжей и других бактериологических культур, или же путем добавления специального фермента химозина [1]. После отделения молочной сыворотки оставшаяся смесь готова к потреблению либо в сыром виде, либо на разных уровнях готовности.

Мировой ассортимент производства сыра включает сотни различных сортов. Франция, которая считается родиной сыра, производит более 400 сортов – от самых мягких, до самых твердых сыров. Технологии производства сыра во многом отличается, однако можно выделить основные принципы его изготовления, они практически не изменились за многовековую историю производства сыра.

Рассмотрим основные стадии производства.

1. **Пастеризация.** Процесс представляет собой нагрев сырья (молока) до высоких температур. При этом важно учесть, что некоторые виды сыра производят из сырого (не пастеризованного) молока. На этом этапе, в зависимости от исходного сырья (молока) сыр приобретает свои органолептические характеристики [2].
2. **Створаживание.** Процесс происходит путем внесения сычужной или молочной заквасок. Молоко створаживают, при этом плотная масса отделяется от жидкости, которая называется сывороткой. Полученная таким образом плотная масса называются сырной массой.
3. **Стекание**. На данном этапе сырная масса подвергаются технологическим процессам, которые способствуют отделению сыворотки. Для ускорения процесса стекания сыворотки, сырная масса нагревается. Иногда в нее добавляются различные ингредиенты, придающие конечному продукту специфический вкус и аромат – специи, пряности и др. На данном этапе главным образом формируется структура и вкус вырабатываемого сыра.
4. **Прессование.** На данном этапе сыр распределяют по специальным формам и подвергают прессованию. Прессование сыра производится не всегда, а лишь в некоторых случаях в зависимости от сорта производимого сыра.
5. **Соление.** На данном этапе в сырную массу добавляют соль либо помещают сыр в солевой раствор.
6. **Созревание.** На этом этапе сыр помещается в специальное прохладное помещение для созревания, например, погреб. За продуктом на данном этапе тщательно ухаживают. Сыр переворачивают, моют и чистят специальной щеткой. В зависимости от сорта изготавливаемого сыра его подвергают копчению, протирают алкоголем, обсыпают пряностями.

На этапе созревания объектом особенного внимания является правильное действие молочных ферментов, которые формируют аромат, вкус и текстуру продукта. Сыры с корочкой проходят фазу обсушки для снижения влажности наружной поверхности [3].

Наша инновационная система созревания предполагает использование пластиковых ящиков, дизайн которых имеет достаточное количество специальных отверстий для возможности необходимой вентиляции, гарантируя максимальную однородность в созревании сыра. Система представляет собой пластиковые штабелируемые и опрокидываемые ящики и паллеты, перемещение и переворачивание которых осуществляется при помощи электрокара оснащенного эксклюзивной двойной щипцов (рисунок 1).

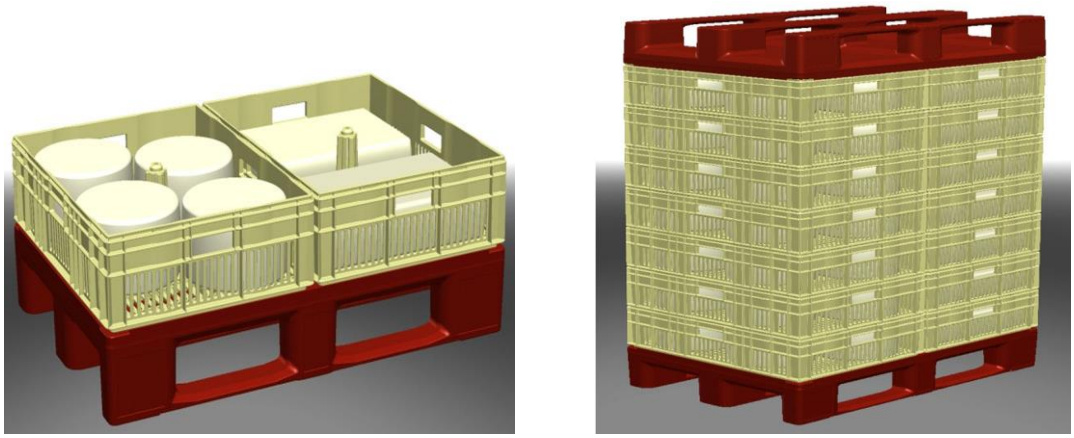


Рисунок 1 - Ящики для созревания сыров

Не требуется использование стационарных стеллажей, что по сравнению с ними позволяет увеличить тоннаж продукции в одной и той же камере, обеспечивает максимальную гигиену и сокращает привлечение ручного труда.

Холодильное оборудование для камер созревания должно обеспечивает высокую эффективность процесса с тщательным контролем всех параметров для получения минимальных потерь. Разрабатываемая система распределения обеспечивает непрерывную циркуляцию посредством автоматических заслонок, как показано на рисунке 2.

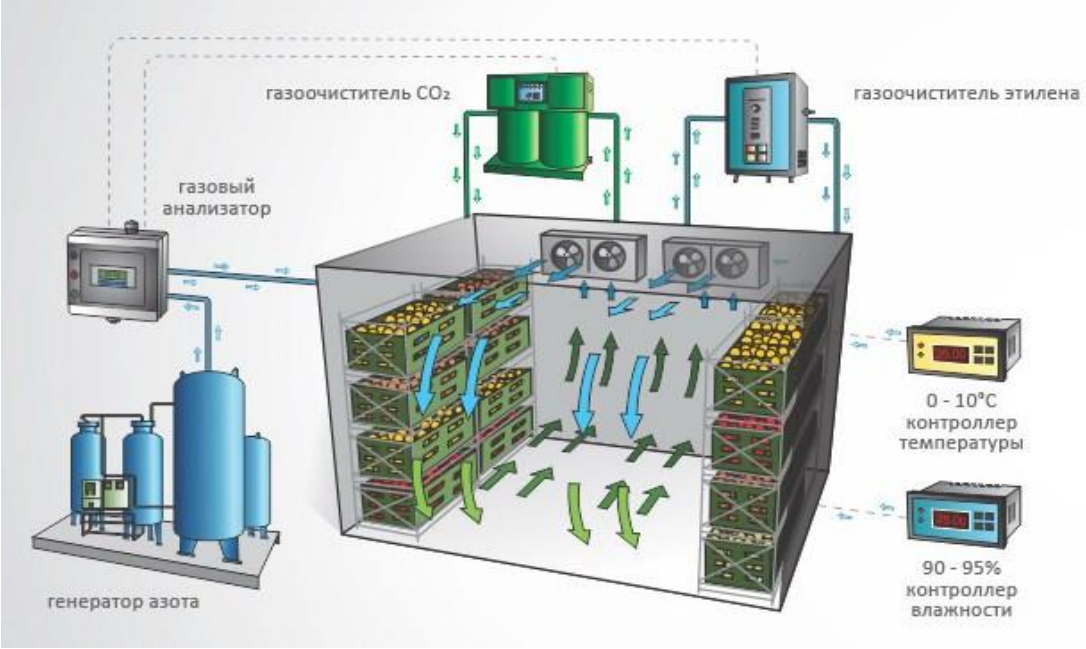


Рисунок 2 - Камера созревания с регулируемой атмосферой

С помощью микропроцессора и его различных встроенных программ достигается контроль параметров таких, как: влажность, температура, скорости воздуха; с возможностью передачи данных для контроля отслеживания на центральном ПК.

Список литературы

1. Что такое сыр? Электронный ресурс, режим доступа: https://otvet.mail.ru/question/90309387.

2. Процесс изготовления сыра. Электронный ресурс, режим доступа: http://ae.kulichki.com/index.php?nm=11&tl=chees.

3. Инновационный подход для созревания сыров. Электронный ресурс, режим доступа: http://www.fibosa.com/ru/productes/categoria/1.

УДК 621.798:663.4

ДИЗАЙН – ПРОЕКТ УПАКОВКИ ПИВА ТОРГОВОЙ МАРКИ «ПАСТЫРЬ»

А. А. Тузовская
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время на полках российских магазинов появляется все больше товаров, упаковку для которых создавали лучшие мировые специалисты. Продвигаться эти товары будут с помощью маркетинговых коммуникаций, созданных на самых высоко конкурентных рынках мира.

Без сомнения, можно констатировать, что шансы продуктов быть проданными, становятся разными, даже при наличии в упаковке одинакового продукта, поскольку потребитель всегда оценивает продукт в комплексе.

Можно выделить несколько основных требований к упаковке, ставших особенно актуальными в последнее время:

- экономия времени;
- специальная упаковка для любой ситуации;
- удобное потребление в офисе;
- здоровье;
- расширенные линейки;
- мода.

Одним из рычагов маркетинга является «заметность» товара. Её можно достичь разными способами:

- отличительный цвет;
- размеры, отличающиеся от обычных размеров товара;
- удобная укупорка;
- современный образ;
- необычные формы.

Первым шагом при разработке стратегии продвижения продукта является его позиционирование [1].

Главной задачей позиционирования является способ выделить товар среди аналогичных по свойствам и характеристикам продуктов посредством маркетинговых коммуникаций.

Для реализации задачи было решено выстроить коммуникацию торговой марки на основе визуализации на упаковке наследия традиций пивоварения за счет использования образа старого ремесла и быта. Это отсылает потребителя к использованию в производстве современного пива древних традиционных рецептов.

В качестве имени торговой марки было выбрано слово «Пастырь», т.к. несет за собой смысловую значимость. Напиток является традиционным, поэтому слово – архаизм лучше всего подходит из всего ассоциативного ряда, также ремесло пастырей напрямую связанно со злаковой культурой, душистыми травами и кто как не они знают, что такое жажда от знойных летних будней. Пастырь созвучно с фамилией микробиолога и химика Луи Пастера, который изучил и показал сущность микробиологического брожения [2].

Также на этикетке использованы стилизованные изображения мельниц, маленьких деревенских домиков, растений, лугов, животных, которые тесно связаны с названием торговой марки. Кроме того, для отражения характера традиционного напитка, на этикетке используется необычный дизайнерский приём - рваное обрамление названия торговой марки цвета сургучовой печати. Вся композиция этикетки построена на тематике средневековья (середина 15 века), по-другому называют Высокое или Классическое средневековье, также этот век был началом книгопечатания (это 1473 год), книги печатались готическим шрифтом, именно поэтому, чтобы усилить ощущения исторической давности, одним из главных

фирменных шрифтов является CyrillicGoth, а основными цветами в создании этикетки стали естественные оттенки типографской краски черного цвета, т.к. печать в то время была не многоцветной, также шрифт DS Stain, который дает эффект не пропечатанных чернил на холсте, а фоном выбрано изображение фактурной мешковины, создающая ощущение старины (рис.1).

Рисунок 1 - Дизайн этикетки пива торговой марки «Пастырь»

Для реализации дизайн – проекта была выбрана упаковка для пива, в которую входит: стеклянная темно-коричневая бутылка с ручкой объёмом 0,5 литра, этикетка и контрэтикетка на клеящей основе, кронен-пробка, джутовый шнур для декора. Стеклянная тара с специальной ручкой оформленная джутовым шнуром делает ее уникальной, подчеркивает стилистику и оригинальность дизайна, также выделяет продукт из ряда подобных товаров, делая бутылку узнаваемой и заметной покупателю.

Ассортиментный ряд (рис.2) состоит из вкусовой линейки традиционного напитка, которая по вкусу любому ценителю данного продукта. На каждой этикетке под логотипом написан вкус пива, написанный шрифтом DS Stain, прочитав текст на этикетке, покупатель возьмет себе то, что нужно, так как надпись легкочитаема и сразу бросается в глаза, информируя потребителя о содержимом в бутылке.

Рисунок 2 - Ассортиментный ряд

Даная упаковка включает в себя стеклянную тару, этот материал является экологически чистым, также стекло – полностью рециркулируемый материал. Процесс переработки стекла – абсолютно замкнутый цикл, не создающий никаких дополнительных отходов или побочных продуктов. Его можно практически бесконечно повторно использовать в производстве без ущерба для качества новых изделий.

Одним из важных этапов производственного процесса является переработка и утилизация стекла. Переработка стекла происходит в несколько этапов: измельчение стеклобоя, мойка стеклобоя, дозирование стеклобоя, образование шихты, формование сырцовых гранул, сушка гранул, вспенивание гранул [3].

Таким образом, разработка дизайн – проекта упаковки пива торговой марки «Пастырь» имеет особую неповторимость на рынке слабоалкогольной продукции. Она будет привлекательна как для молодежи, так и для людей зрелого возраста. Акцент на традициях и натуральности продукта сделает его популярным, а оригинальное оформление бутылки поможет покупателю без проблем найти свою любимую марку среди других различных конкурентов. Также упаковка является оптимальной и экономичной для производителей, т.к. стекло можно бесконечно перерабатывать в новую тару, а бумажная этикетка и джутовый шнур являются экологически чистыми материалами, что не составит труда в их утилизации.

Список литературы

1. Электронный ресурс, режим доступа: https://studfiles.net/preview/4168866/.
2. Электронный ресурс, режим доступа: https://ru.wikipedia/Пастер,_Луи.
3. Утилизация упаковки: практикум / А.В. Миленький; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет). – Кемерово, 2016. – 95 с.

УДК 004

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ В СРЕДЕ CODESYS

Ш. Р. Тыллаваев, В. Д. Паев, С. Г. Пачкин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Процессом моделирования – можно назвать процесс перехода из реальной области в виртуальную (модельную) посредством формализации. В дальнейшем, когда модель составлена, начинается её изучение (собственно моделирование процесса) и, в конечном итоге интерпретация результатов как обратный переход из виртуальной области в реальную. Этот путь заменяет прямое исследование объекта в реальной области, то есть лобовое или интуитивное решение задачи. В самом простом случае технология моделирования подразумевает 3 этапа, показанных на рисунке 1:

- формализация;
- собственно моделирование;
- интерпретация.

Рисунок 1 – Процесс моделирование объекта

Актуальность моделирования в 21 веке как никогда высока. Затраты на покупку, установку, наладку оборудования очень высоки. А гарантий на получение нужного количества и качества продукции нет. И это касается не только нового оборудования. При добавлении новых элементов в существующее оборудование, вопросов становится еще больше. Моделирование в свою очередь, не в полной мере, но может дать ответы на эти вопросы.

Модель объекта, используется в разных областях на производстве. Для обучения персонала, еще до поставки, или же реконструкции существующего оборудования. Для детального изучения из-за опасности эксперимента. Для настройки и оптимизации уже существующего оборудования. Для изучения единичных явлений, которые произошли с оборудованием.

В разрабатываемом стенде, производится испытание систем автоматического управления (САУ) с использованием математических моделей. Под САУ при этом понимается соединённая информационным процессом совокупность объекта управления, технических средств получения информации и ее обработки, средств выработки и исполнения управления, обладающая устойчивым и целенаправленным действием.

Системы автоматического управления бывают разных типов:

- Одноконтурные системы;
- Многоконтурные системы;
- Многосвязные системы;

- Многоуровневые системы (иерархические);
- Интеллектуальные системы (ИС) и т.д.

Все эти системы в производственных условиях получают сигналы и отрабатывают свои воздействия на реальных объектах, в виде технологического оборудования. Но внедрение и исследование этих систем производится далеко от реальных объектов, поэтому требуется использование математического описания их поведения, максимально приближенное к реальному процессу. То есть, их математические модели.

Существуют различные виды представления математических моделей. Рассмотрим некоторые из них:

1. Дифференциальные уравнения. В котором модель представляют в виде дифференциального уравнения которым можно описать множество процессов в динамических системах.

2. Частотный метод. Данный метод основывается на описании процессов в системах на применение фазовых и амплитудных частотных характеристик, которые можно получить либо экспериментально, либо применив преобразование Лапласа к двум частям дифференциального уравнения и нахождения передаточной функции W(S), использованной как отношение преобразования Лапласа выходного сигнала Y(S) к преобразованию Лапласа входного сигнала X(S).

3. Модели дискретных систем управления. Если сигнал в системе имеет прерывистый характер, т.е. проходит через некоторый интервал T, именуемый интервалом дискретности, первоначальное дифференциальное уравнение становится дифференциально-разностным.

4. Модели динамических систем управления в пространстве состояний. Описание динамки систем также основывается на применении дифференциального уравнения, но представленного в обычной форме Коши. Данная интерпретация дала возможность получить законы управления в виде функции времени или фазовых координат, что делает их реализацию на цифровых вычислительных машинах более конструктивной.

5. Метод фазовой плоскости. Данный метод является качественным методом интегрирования дифференциальных уравнений второго порядка.

6. Модель нелинейной системы в виде функционального ряда. Для описания динамики нелинейных систем можно воспользовать функциональным рядом Вольтерра. Однако более конструктивным подходом для этой цели является ряд Винера из ортогональных G–функционалов.

7. Теоретико-множественная модель системы. Вводится понятие формального объекта, который показывает свойства некоторого реального, но который определяется явным образом.

При лабораторном исследовании можно использовать современные системы моделирования. Одна из таких систем это **MATLAB.** Систему MATLAB разработала фирма Math Works, Inc., как язык программирования высочайшего значения для инженерных, технических, научных и математических вычислений. В течении пользования в систему были добавлены разнообразные дополнительные пакеты расширения, в следствии чего выросла и производительность данной системы. Для моделирования используется дополнительный пакет расширения Simulink.

У рассматриваемой системы моделирования можно выделить явный недостаток: линейную запись выражений и формул, что в сравнении с другими системами, например, Mathcad не удобно читаются. Сейчас есть довольно большое количество литературы, посвященной системе MATLAB и ее расширениям, но даже весь объем этой литература не способен охватить все возможности этого программного продукта. В частности, недостаточно освещен вопрос о применении пакета расширения Simulink системы MATLAB, для решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления (САУ) [1].

В разрабатываемом стенде предполагается анализа поведения какого-либо объекта в реальном времени. При непрерывной подачи входного сигнала с постоянной фиксацией сигнала на выходе. В связи с унификацией сигналов почти всех современных датчиков,

аналоговый сигнал выдаётся в виде тока 4-20 мА. Современные контроллеры так же способны без дополнительного преобразования принимать эти сигналы.

Поэтому, для создания эффекта реальности модели, для её реализации предполагается взять какой-либо микропроцессорный контроллер и далее, средствами его программирования, реализовать в нём математическую зависимость реакции выхода на входной сигнал.

Для начала, в качестве платформы был взят контроллер фирмы ОВЕН, программируемый в специализированной инструментальной системе CodeSYS. Основным недостатком данного инструмента является то, что он создан для настройки регуляторов, но не для описания объектов управления. Поэтому в библиотеке базовой конфигурации и на сайте производителя нет блоков, позволяющих промоделировать поведение типовых объектов.

Но для программирования ПЛК, в инструментальной системе CodeSYS существуют специальные языки, определенные международным стандартом МЭК 61131-3. Они изначально ориентированы на использование неспециалистами в области информатики и потому достаточно просты в освоении. Если до принятия стандарта разработкой инструментов программирования ПЛК занимались исключительно их изготовители, то теперь это стало отдельным видом бизнеса. Создать полноценный конкурентоспособный инструмент МЭК программирования, включающий современные средства редактирования, отладки и сопровождения прикладных задач, очень сложно.

Используя текстовый язык Структурного текста (ST) разработчики среды программирования CodeSYS дали возможность продвинутым пользователям реализовывать свои идеи, путем открытости программы. Это позволяет вручную создавать библиотеки, как это показано на рисунке 2.

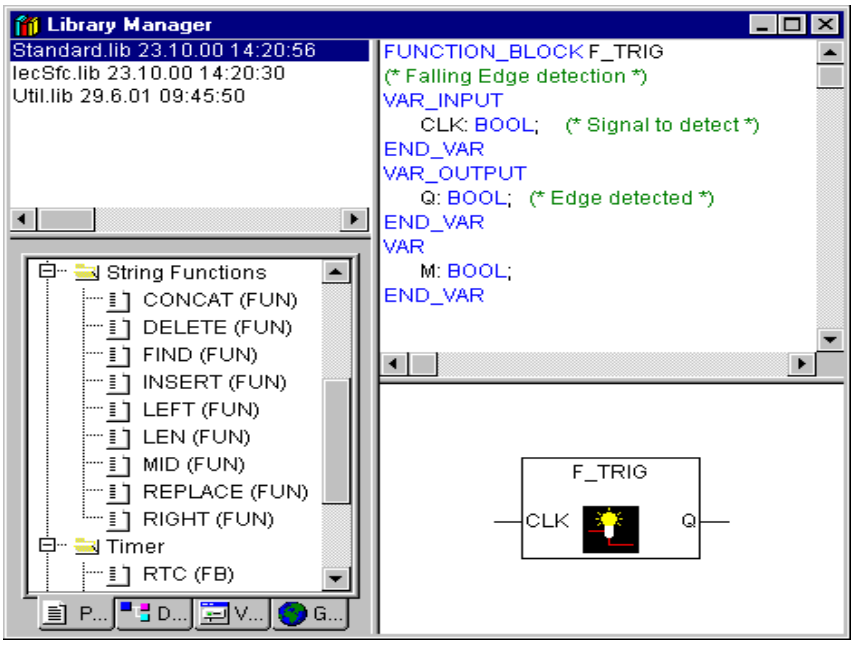


Рисунок 2 – Добавление библиотеки в среде программирования CodeSYS

Список литературы

1. Пупков К.А. Моделирование и испытание систем автоматического управления: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.

2. Щербаков В.С., Руппель А.А., Глушец В.А. основы моделирования систем автоматического регулирования и электротехнических систем в среде MATLAB и SIMULINK: Учебное пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003.

УДК 663.674

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЗИРОВАННОГО МОРОЖЕНОГО “ЛЬДИНКА” ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ В ЖИДКОМ АЗОТЕ

А. В. Усов, Р. В. Патраков, Д. С. Моисеев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

По общепринятому определению, мороженое “лед” представляет собой невзбитое закаленное мороженое на основе сиропа, изготавливаемое с использованием фруктов.

Получение новых видов мороженого в соответствии с потребительскими предпочтениями различных возрастных групп остается актуальной задачей. Одним из видов такого мороженого является предложенное газированное мороженое.

Для проведения эксперимента использовалось фруктовое мороженое “Льдинка” с ананасовым вкусом, газирование проводилось в растопленном состоянии при помощи баллона с диоксидом углерода в течение трёх минут.

Целью эксперимента было определить изменение органолептических свойств газированного мороженого при замораживании в жидком азоте.

Замораживание мороженого в жидком азоте производилось в ёмкостях, сделанных из стали. Ёмкость имеет цилиндрическую форму диаметром 40мм с толщиной стенки 6мм.

Схема установки эксперимента представлена на рисунке 1.

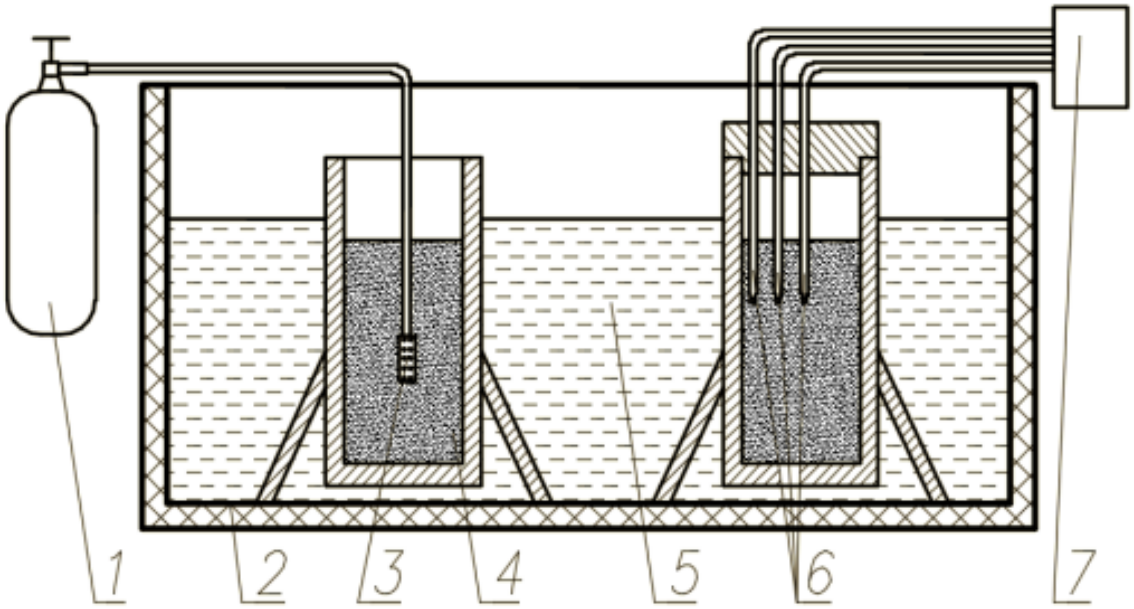


Рисунок 1 - Схема установки для газирования и замораживания в азоте

1 – баллон для газирования; 2 – ёмкость для замораживания; 3 – трубка с отверстиями для газирования мороженого; 4 – газированное мороженое; 5 – жидкий азот; 6 – термопары; 7 – прибор для измерения температуры (“Овен”).

Для проведения эксперимента использовались 5 образцов.

Образец 1 – Данный образец не подвергался газированию и замораживанию в жидком азоте, выступал эталоном для сравнения с образцами 4 и 5.

Образец 2 – Образец газировался, не замораживался в жидком азоте, и не хранился в холодильном ларе. Органолептические показатели определены после газирования.

Образец 3 – Образец газировался, замороживался в жидком азоте, не хранился в холодильном ларе. С данного образца снимались органолептические свойства сразу после замораживания в жидком азоте.

Образец 4 – Образец газировался, замороживался при температуре минус 30^0С в холодильном ларе, затем хранился в течении 28 дней. С данного образца еженедельно снимались органолептические свойства для сравнения с образцами 1 и 5.

Образец 5 – Образец газировался, замороживался в жидком азоте, с последующим хранением в холодильном ларе при температуре минус 30^0С в течении 28 дней. С данного образца еженедельно снимались органолептические свойства для сравнения с образцами 1 и 4.

Результаты органолептической оценки всех образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Органолептические показатели исследуемых образцов

Результаты органолептических показателей исследуемых образцов					
	Образец 1	**Образец 2**	**Образец 3**	**Образец 4**	**Образец 5**
Вкус и запах	Чистые, характерные для льда соответствующего вида, без посторонних привкусов и запахов	Вкус - сладкий, запах не изменился	Вкус - улучшился, запах не изменился	Вкус - сладкий, запах не изменился	Вкус - улучшился, запах не изменился
Консистенция	Плотная (твёрдая)	Пузырьковая (жидкая)	Плотная (твёрдая)	Плотная (твёрдая)	Плотная (твёрдая)
Структура	Однородная, с ощутимыми или неощутимыми кристаллами льда	Неоднородная (присутствие на поверхности небольшой пены)	Однородная, с ощутимыми или неощутимыми кристаллами льда	Неоднородная, присутствие по краям белых пятен	Однородная, с ощутимыми или неощутимыми кристаллами льда
Цвет	Характерный, для данного вида мороженого	Не изменился	Характерный, для данного вида мороженого	Яркость цвета понизилась	Характерный, для данного вида мороженого
Внешний вид	Порция однослойного льда	Порция растопленого льда	Порция однослойного льда	Порция двуслойного льда	Порция однослойного льда

Результаты органолептической оценки в период хранения образцов 4 и 5 после 28 суток хранения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты органолептической оценки образца 4 и 5 в период хранения

Образец 4 (Образец газировался, замораживался и хранился при температуре = -30^{0}С,)					
	Хранение в течении 7 дней	**Хранение в течении 14 дней**	**Хранение в течении 21 дня**	**Хранение в течении 28 дней**	**Итого**
Вкус	4	4	4	4	4
Консистенция	5	4	4	4	4,25
Структура	3	3	3	3	3
Цвет	3	3	3	3	3
Внешний вид	3	3	3	3	3
Сумма	18	17	17	17	17,25
Образец 5 (Образец газировался, замораживался в жидком азоте, хранился в холодильном ларе при температуре = -30^{0}С)					
	Хранение в течении 7 дней	**Хранение в течении 14 дней**	**Хранение в течении 21 дня**	**Хранение в течении 28 дней**	**Итого**
Вкус	5	5	5	5	5
Консистенция	4	4	4	4	4,2
Структура	5	4	4	4	4,4
Цвет	5	4	4	4	4,4
Внешний вид	5	4	4	4	4,4
Сумма	24	21	21	21	22,4

В результате эксперимента, было установлено, что органолептические показатели газированного мороженого улучшаются, если замораживание мороженого происходит при сверхнизкой температуре с большой скоростью замораживания.

Вероятно, при замораживании газированного мороженого в холодильном ларе, органолептическая оценка понизилась, из-за улетучивания части диоксида углерода при медленной скорости замораживания.

Итоговая оценка органолептических показателей по сумме всех баллов у образца замороженного в жидком азоте выше, чем у образца замороженного при температуре минус 30^{0}С, и составляет 22,4 и 17,25 соответственно.

Список литературы

1. Усов А.В., Лифенцева Л.В. Исследование свойств газированного мороженого при замораживании // Естественно–гуманитарные исследования. – 2015. – №10(4). – С. 10– 14.

2. Р.А. Старчиков, А.В. Усов, Л.В. Лифенцева. Определение криоскопической температуры газированного и не газированного мороженого «зеленый чай» // Пищевые продукты и здоровье человека. – 2012. – С.256 – 259.

УДК 681.51:66.012.1

УЧЕБНЫЙ СТЕНД «СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИВА НА УЧАСТКАХ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ»

А. И. Успенская
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Система полива представляет собой инженерно-технический комплекс, который обеспечивает орошение определенной территории. Различают системы ландшафтного и сельскохозяйственного полива. Функционирование современной системы орошения невозможно без автоматизации. Пример структуры системы орошения «Росинка» [1] представлен на рисунке 1.

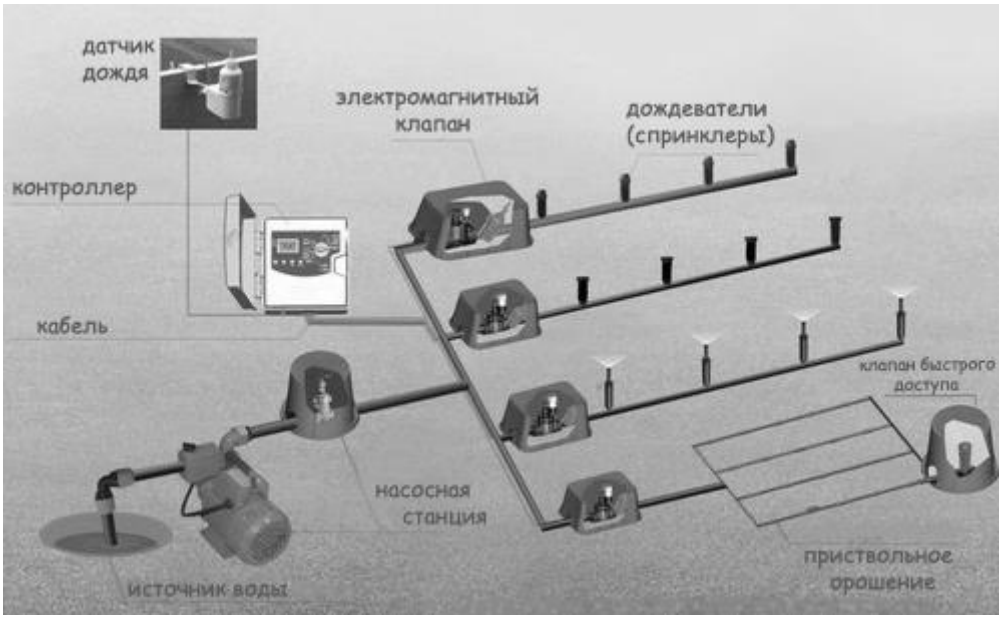


Рисунок 1 – Пример структуры системы орошения «Росинка»

Назначение разрабатываемого стенда – демонстрации работы средств полива различного типа, определение их характеристик, а также настройка и анализ работы системы автоматического регулирования полива.

В состав стенда входят (рисунок 2):

- накопитель;
- насос;
- клапанный колодец;
- контроллер;
- система капельного полива;
- система роторного полива;
- система дождевателя.

Рассмотрим принцип работы учебного стенда.

Вода поступает в накопитель через дисковой фильтр, который предназначен для очистки воды от инородных нерастворимых веществ. Это, так называемая, «скромная» дополнительная система очистки водопроводной неотфильтрованной воды. Затем отфильтрованная жидкость сквозь поплавковый клапан, принцип работы которого известен на примере сливного бачка, поступает в пластиковую емкость.

По трубопроводу вещество поступает в центробежный (самовсасывающий) насос, снабженный мембранным гидроаккумулятором. Данная конструкция отличается большой производительностью и отличным КПД.

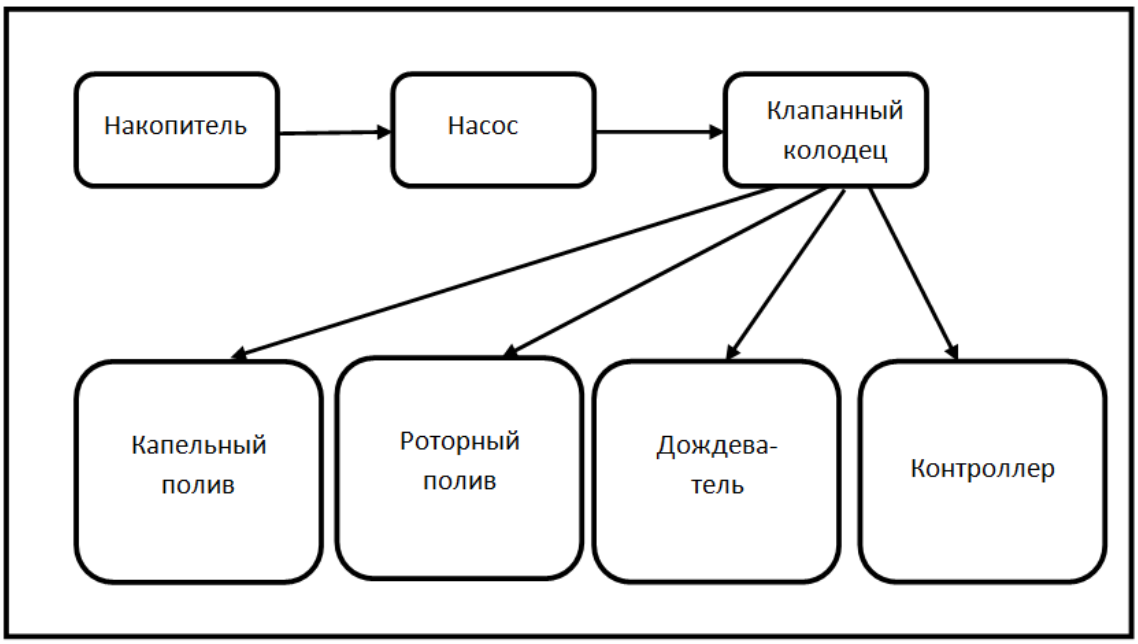


Рисунок 2 – Схема автоматизированного учебно-лабораторного стенда

Далее, жидкость поступает в клапанный колодец, который имеет свою нетрудную для понимания «начинку» для распределения воды по отводам, где в свою очередь происходит распределение воды по различным системам полива:

1. Капельный полив. Используется капельный шланг и штыри-держатели. Предназначен для экономичного расхода воды, которая в почву поступает дозированно. Плюсами такой системы могут являться:
   - Вода поступает под стебель растения, это может позволить вносить одновременно с жидкостью удобрения
   - Экономия времени и сил, в сравнении с ручным поливом, что является немаловажным фактором использования данной системы. Но в засуху данная система может не справляться с требуемой степенью влажности почвы, тогда необходимо использовать другую систему полива в комбинации, либо ручное воздействие.
2. Дождевательная система. Полив при помощи распылителей. Вода под напором впрыскивается на воздух, делится на капли и попадает на растения, почву в виде дождя. Позволяет равномерно распределить влагу, увлажнить почву, добраться до нужной глубины и почвы и растений, находящихся на дальних расстояниях от источника полива. Минусом такой системы является то, что возрастает вероятность повреждения молодых культур, так как полив интенсивен и мощен.
3. Роторный полив. Полив при помощи спринклерных оросителей. Имеет сходства с дождевательной систему, различия в том, что возрастает давление, дальность полива и расход воды.

Распределением воды по трубопроводам систем в клапанном колодце осуществляется при помощи контроллера, который обеспечивает сбор и обработку информации о состоянии Накопителя т формирует управляющее воздействие на клапанный колодец.

Данный стенд должен быть снабжен рабочей станцией, которая формирует запрос и является автоматизированным рабочим местом фермера.

Отличительной особенность данного стенда является наглядное изображение масштабной системы, которая должна максимально сократить присутствие человеческого фактора.

Список литературы

1. Система капельного орошения «Росинка». Электронный ресурс, режим доступа: http://sko-rosinka.ru.

УДК 664.854.8

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ СУХОФРУКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА С ВИБРАЦИОННОЙ НАСАДНОЙ

А. С. Ушакова, М. В. Просин, Н. В. Васильченко
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Особое внимание, касающееся проблемы питания постоянно возрастает как с точки зрения научных исследований, так с точки зрения потребителей. Основным параметром, которое предполагает концепция здорового питания – это сбалансированность и разнообразие. В зимний период, а также в периоды обострения заболеваний, необходимо компенсировать недостаток витаминных веществ, макро- и микроэлементов. Введением в повседневный рацион сухофруктов, можно добиться восполнения дефицита витаминных веществ, макро- и микроэлементов в организме.

Сухофрукты представляются высушенными промышленным или естественным способом ягодами и плодами. Они богаты витаминами (А, В1, В2, В3, В5, В6) и минеральными элементами (фосфор, железо, калий, кальций, магний, натрий), содержат практически 250 ккал и 1,5 – 5 г белка на 100г. Сухофрукты имеют достаточно длительный период хранения и не требуют определенных условий хранения. Это – одно из их основных преимуществ, и поэтому в данном отношении сушеные плоды являются удобной альтернативой свежим ягодам и фруктам, тем более в период межсезонья [1].

Необходимо отметить, что сушеные плоды очень богаты биологически активными веществами, при этом количество их существенно выше, нежели в свежем сырье.

Сушеные плоды и ягоды используются в различных целях. Они могут служить компонентами для различных блюд, основой при производстве напитков, кондитерских изделий, а также могут быть самостоятельными десертами. Данные продукты нормализуют работу желудочно-кишечного тракта, обеспечивают баланс необходимых пищевых веществ в организме человека, также они незаменимы в ежедневном и лечебно-профилактическом рационе [1].

И все-таки, наиболее распространенным продуктом из сухофруктов - компот. Этот безалкогольный напиток – традиционный десерт достаточно прост в приготовлении и, безусловно, с приятными вкусовыми качествами.

Широко известная технология приготовления компота подразумевает кипячение сухофруктов с последующим смешиванием полученного отвара с лимонной кислотой и сахарным сиропом [2]. При том, что насыщенность отвара, абсолютность отделения вкусовых веществ, несомненно, будут влиять на органолептические свойства получаемого напитка. Кипячение длительное время обеспечивает наибольший выход сухих веществ, но приведет к разрушению термолабильных биологически активных составляющих. Кроме этого такой способ является достаточно энергозатратным. Таким образом, имеет смысл провести ряд исследований, направленных на подбор определенных режимов, которые смогут обеспечить наибольший выход водоравстворимых, а также биологически активных веществ, из сушеного сырья для создания технологии безалкогольного напитка в промышленном масштабе.

Из всего разнообразия сушеных плодов самым распространенным являются сушеные яблоки. Они сочетают в себе множественное количество полезных веществ для организма человека. Кроме этого, сушеные яблоки привлекательны не только пищевой ценностью, но и великолепным ароматом и вкусом. И поэтому в качестве основы для производства напитков был рассмотрен именно этот продукт.

Яблоки сушеные обладают достаточно высокой пищевой ценностью, в их состав входят также вещества, которые неустойчивы к воздействию на них высоких температур. Задача данного исследования состоит и в том, чтобы извлечь из сушеных плодов

максимальное количество полезных веществ, и при этом сохранить их термолабильные вещества. Для реализации этой цели были проведены следующие исследования.

В качестве материала для исследований использовались яблоки сушеные, которые приобретались через розничную сеть. В качестве экстрагента применялась питьевая водопроводная вода, которая соответствовала требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. На рефрактометре ИРФ-454Б2М определяли концентрацию сухих веществ. С целью исследования кинетики экстракции сухофруктов, был использован емкостной экстрактор с вибрационной насадкой, выполненной из перфорированного диска.

Эксперимент проводился следующим образом: Сухофрукты, а именно яблоки сушеные измельчались, затем загружались в экстрактор под перфорированную вибрационную насадку. В рабочую зону экстрактора добавлялся экстрагент, при температуре +50°С, в соотношении фаз твердая и жидкая 1:10. Далее включали привод, который обеспечил вибрационной насадке передачу гармонических колебаний с амплитудой 6 мм и частоте 16,7 Гц. Продолжительность экстрагирования составила 20 минут. В течение времени экстракции через каждые 2 минуты были отобраны пробы экстракта, в которых определяли содержание сухих веществ. В качестве стандартного метода выделения сухих веществ был выбран классический способ производства напитка из сушеных плодов, который предполагает длительное кипячение с размешиванием, отсчет времени при этом начинался в момент закипания.

Кинетика извлечения сухих водорастворимых веществ из сухофруктов в аппарате с вибрационной насадкой, представленная на рисунке 1, имеет преимущественно нелинейный характер. На данных кривых видны участки роста и неизменной концентрации экстрактивных веществ. При температуре +50^{o}С абсолютный выход сухих веществ наблюдается по истечении 14 минут, а при кипячении видно дальнейшее продолжение выхода экстрактивных веществ. Необходимо отметить, что энергетические затраты на создание и поддержание в первом случае температуры +50^{o}С будут ниже, а также при такой температуре не происходит разрушения термолабильных веществ.

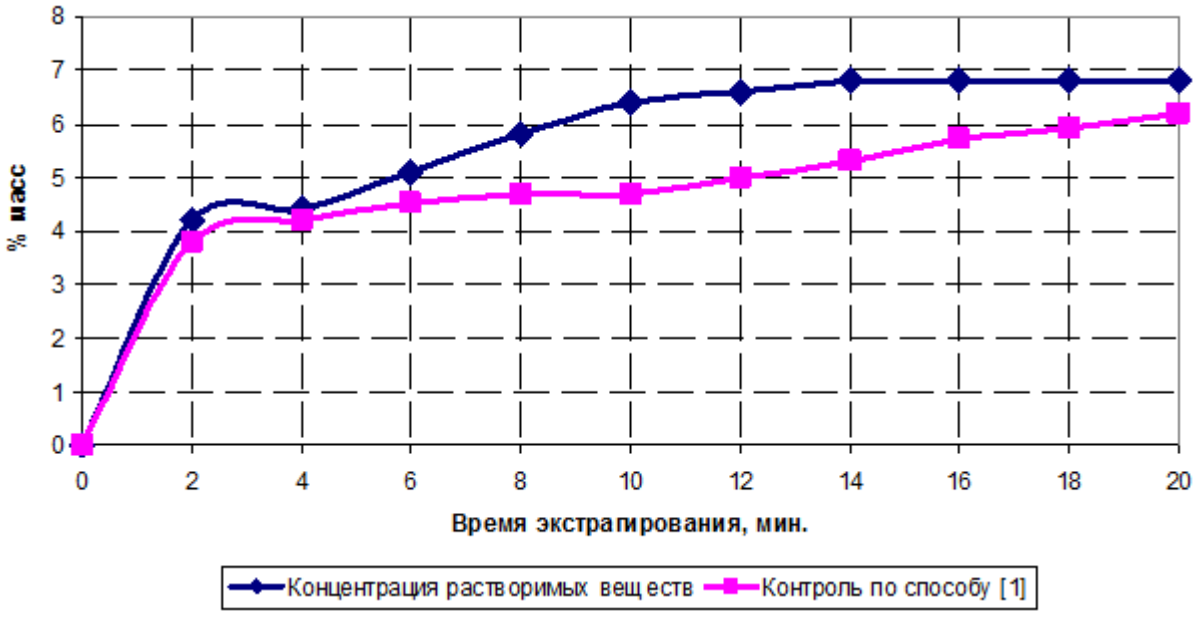


Рисунок 1 – Кинетика извлечения водорастворимых сухих веществ из яблок сушеных

Следует сказать, что при кипячении, невзирая на достаточное ускорение внутри частиц твердых фаз диффузионных процессов, по причине значительного увеличения температуры, скорость экстрагирования, общий выход водорастворимых сухих веществ

существенно ниже значений, получаемых в экстракторе с вибрационной насадкой. Данный факт можно пояснить снижением внешнего диффузионного сопротивления на поверхностях частиц, и отсутствием их диспергирования при извлечении. Таким образом, использование метода экстрагирования с применением экстрактора с вибрационной насадкой является целесообразным.

С целью закрепления результатов исследования и для полноты и объективности процесса экстрагирования помимо сушеных яблок, в качестве материала использовали также плоды изюма, приобретенные через розничную торговую сеть.

Исследования проводили тем же образом, что и с сушеными яблоками, при тех же режимах. Кинетика извлечения сухих водорастворимых веществ из изюма представлена на рисунке 2. Анализируя полученные данные, можно заключить, что в изюме при температуре +50^{o}С абсолютный выход сухих экстрактивных веществ происходит по истечении 12 минут. Это можно объяснить тем, что в плодах изюма проницаемость клеточной мембраны достаточно высокая, поэтому проникновение экстрагента (воды) в клетки происходит довольно быстро. В связи с этим, скорость экстрагирования и общее извлечение водорастворимых сухих веществ будут выше.

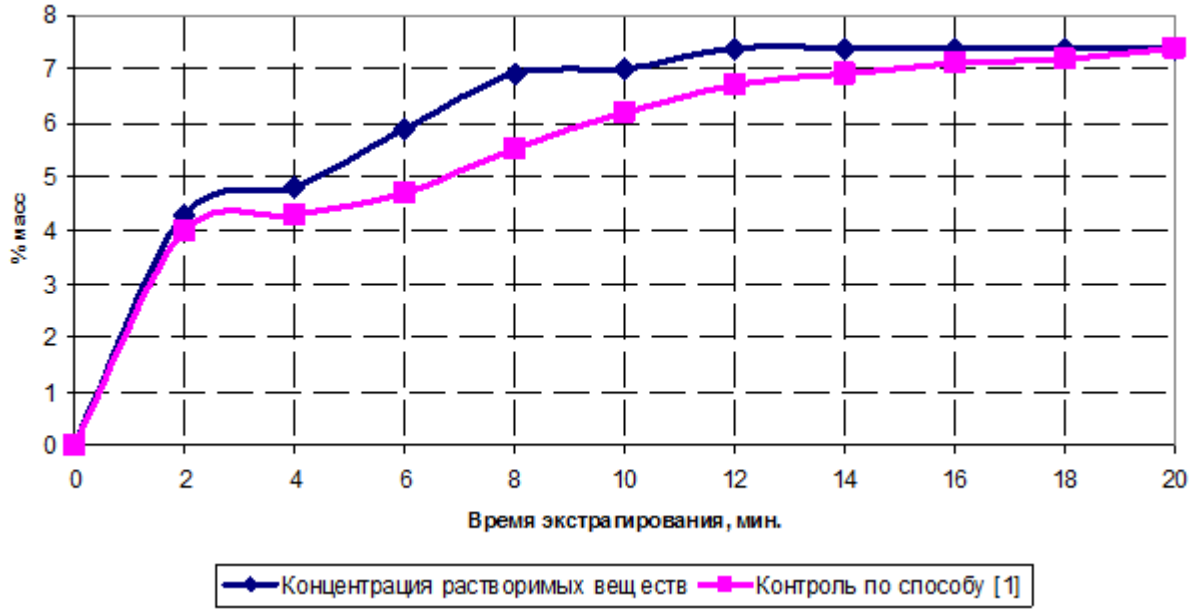


Рисунок 2 – Кинетика извлечения водорастворимых сухих веществ из изюма

По завершению экстракции суспензии отделялись на сите на две фазы: твердую (жмых) и жидкую (экстракт). Выделенная твердая фаза была подвержена прессованию в тканевых фильтрах при давлении 1 МПа. При этом влажность жмыха не должна превышать 20 %. Выделенную жидкость при прессовании, добавляли к полученному экстракту.

Экстракты обладали приятным ароматом и кисло-сладким вкусом. В дальнейшем, они могут составить прекрасную основу для производства безалкогольных напитков.

Список литературы

1. Зайцева, И.А. Сухофрукты от всех болезней /И.А. Зайцева. – М.: Мир книги Ритейл, 2012. – 255 с.

2. Могильный, М.Л., Сборник технических нормативов. Сборник рецептур на продукцию общественного питания / М.Л. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 1008 с.

3. Ушакова, А.С. Разработка технологии и рецептуры напитков с использованием сушеных фруктов / А.С. Ушакова, Т.Ф. Киселева, П.П. Иванов // Техника и технология пищевых производств. - 2015. - № 1. - С. 35 - 41.

УДК 664.9.03

ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ

Д. Е. Фёдоров
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Концентрирование представляет собой процесс повышения содержания сухих веществ за счет удаления части влаги. Данная операция достаточно широко применяется в пищевой, химической, фармацевтической и других отраслях промышленности для получения готового продукта, либо как вспомогательная операция, входящая в состав определенной технологической линии. Что касается пищевой промышленности, то концентрирование позволяет не только замедлить нежелательные биохимические реакции, приводящие к порче продукта, но также сократить его объем, что в свою очередь снижает затраты на транспортировку и хранение [6, 10].

В настоящее время разработано множество способов концентрирования. Из наиболее распространенных и эффективных методов можно отметить такие как выпаривание, вакуумное концентрирование, мембранные технологии и разделительное вымораживание [2, 4, 5, 11]. Последний способ представляет особый интерес.

Сущность метода разделительного вымораживания состоит в том, что при последовательном льдообразовании в продукте в первую очередь кристаллизуется чистая влага, а молекулы растворенных веществ выталкиваются в незамерзшую часть раствора (рис. 1) [1]. Одним из преимуществ такого метода является низкая температура процесса, что позволяет сохранить нативное состояние термолабильных компонентов продуктов.

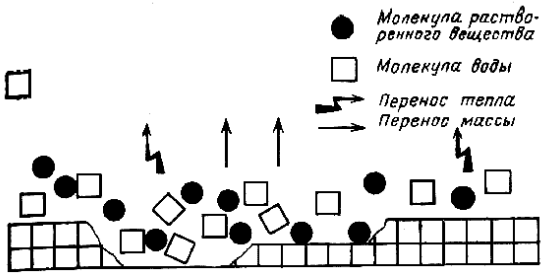


Рисунок 1 – Механизм образования кристаллов льда на границе раздела двух фаз при разделительном вымораживании

Другим преимуществом разделительного вымораживания являются относительно низкие энергетические затраты [3]. Например, по сравнению с традиционным способом выпаривания разделительное вымораживание позволяет на порядок сократить затраты на электроэнергию. Для сравнения: удельная теплота парообразования воды составляет 2258 кДж/кг, а удельная теплота плавления – 330 кДж/кг.

На эффективность разделительного вымораживания влияет ряд факторов: геометрические параметры кристаллизатора, физико-химический состав концентрируемого продукта, температура теплообменной поверхности [7, 8]. Последний параметр определяет скорость формирования кристаллической фазы и механизм тепломассопереноса. Таким образом, температура кристаллизатора является важнейшим параметром, влияющим на эффективность разделительного вымораживания.

В процессе концентрирования вымораживанием неизбежным является захват определенной части молекул растворенного вещества образующейся кристаллической фазой, что обуславливает потери сухих веществ. Для снижения потерь сухих веществ и повышения

степени концентрирования продуктов существует возможность применения вымораживания в несколько стадий.

Целью настоящей работы являлось исследование эффективности применения двухступенчатого вымораживания жидких пищевых продуктов.

В качестве объекта исследования выступал раствор гемоглобина, полученный из крови убойных животных с содержанием сухих веществ порядка 4,2 %. Данный раствор получали путем выделения эритроцитарной массы из свиной крови, гемолиза форменных элементов в дистиллированной воде и очистки образованного раствора от оболочек эритроцитов.

Для проведения экспериментальных исследований по вымораживанию использовали лабораторный ёмкостной кристаллизатор, схема которого представлена на рис. 2.

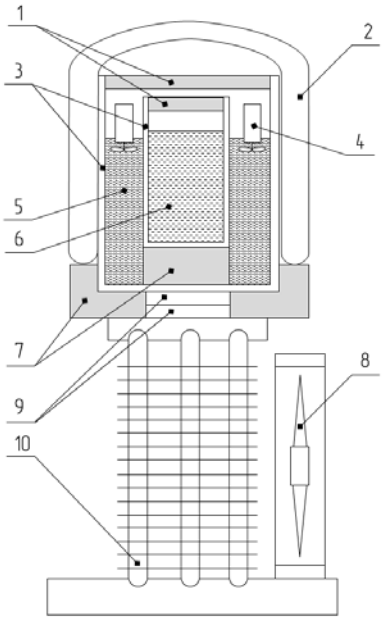


Рисунок 2 – Схема лабораторной вымораживающей установки:
1 – теплоизоляционные крышки; 2 – сосуд Дьюара; 3 – алюминиевые емкости; 4 – мешалки; 5 – хладоноситель; 6 – концентрируемый продукт; 7 – теплоизоляционные элементы; 8 – вентилятор; 9 - термоэлементы; 10 – радиатор.

Концентрируемый продукт заливается во внутреннюю алюминиевую емкость, установленную на теплоизоляторе и погруженную в хладоноситель внешней емкости. Обе емкости закрываются теплоизолирующими крышками. Для снижения теплопритоков из окружающей среды внешняя емкость закрывается сосудом Дьюара. Отвод тепла от внешней емкости осуществляется термоэлектрическими модулями. Горячая сторона нижнего модуля контактирует с радиатором, обдуваемым вентилятором. Для обеспечения равномерного распределения температуры по объему хладоносителя предусмотрены мешалки.

Вначале определяли криоскопическую температуру объекта исследования. Для этого осуществляли замораживание продукта в пробирке, погруженной в хладоноситель с температурой минус 30° С. В ходе замораживания образца регистрировали изменение температуры в центре пробирки (рис. 3).

По пологой площадке, соответствующей периоду выделения скрытой теплоты плавления, была определена криоскопическая температура объекта исследования, которая составила минус 0,2° С.

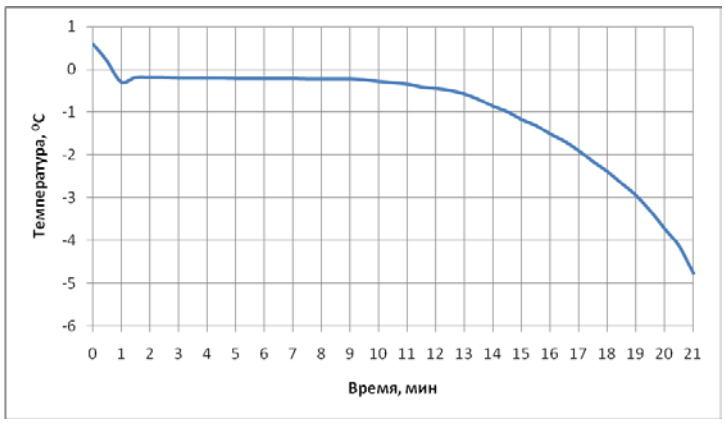
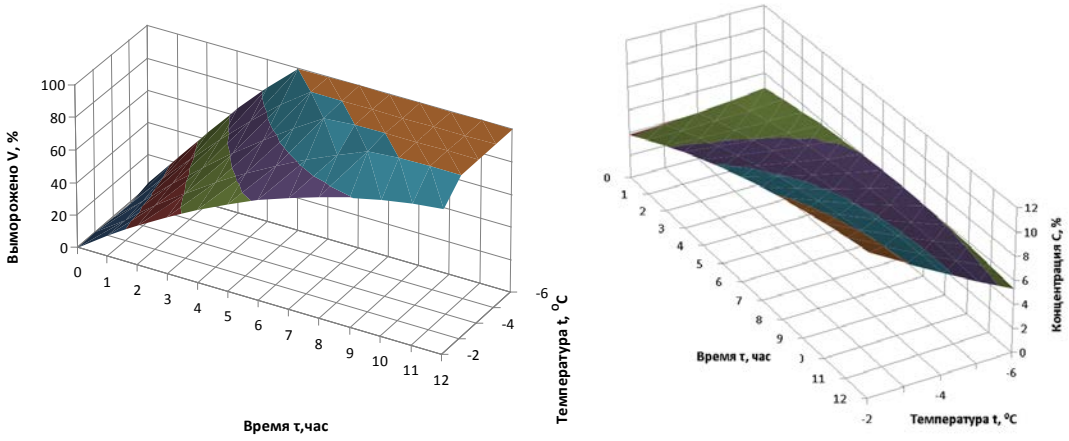


Рисунок 3 – Изменение температуры раствора гемоглобина при замораживании

Опыты по вымораживанию проводили при температурах теплообменной поверхности от минус 2° С до минус 6° С.

На рис. 4 представлены графики зависимости количества образующегося льда и концентрации сухих веществ в незамерзшем растворе от продолжительности вымораживания и температуры теплообменной поверхности.



а б

Рисунок 4 – Графики зависимости количества образующегося льда (а) и концентрации сухих веществ в незамерзшем растворе (б) от продолжительности вымораживания и температуры теплообменной поверхности

Понижение температуры теплообменной поверхности существенно интенсифицирует процесс кристаллизации влаги и сокращает продолжительность вымораживания. Также установлено, что чем ниже температура кристаллизатора, тем более линейный характер имеет зависимость количества вымороженного льда от продолжительности процесса.

Зависимость концентрации сухих веществ в незамерзшем растворе от продолжительности вымораживания имеет нелинейный характер и зависит от ряда факторов. По мере вымораживания влаги происходит снижение скорости льдообразования вследствие повышения термического сопротивления между стенкой кристаллизатора и теплообменной поверхностью (поверхностью раздела фаз жидкость-лёд), что с одной стороны снижает скорость концентрирования, но с другой стороны с понижением скорости роста кристаллической фазы снижаются потери сухих веществ в образующемся льду, что благоприятно сказывается на скорости повышения концентрации незамерзшего раствора.

Степень потерь сухих веществ, которая рассчитывалась как отношение количества сухого вещества во льду к количеству сухого вещества в исходном продукте, представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Степень потерь сухих веществ, %

Количество вымороженного льда, %	Температура теплообменной поверхности, °С		
	минус 2	минус 4	минус 6
30	2,8	9,6	22,7
45	5,3	21,6	28,0
60	16,1	38,7	45,5
75	30,9	59,8	65,0
90	71,9	81,4	85,8

С точки зрения снижения потерь сухих веществ раствор гемоглобина целесообразно вымораживать при температуре минус 2° С до вымораживания не более 75% влаги. Дальнейшее разделительное вымораживание обуславливает существенное повышение степени потери сухих веществ.

Сократить потери сухих веществ, а также повысить степень концентрирования можно за счет многоступенчатого вымораживания. На рис. 5 представлена схема двухступенчатого вымораживания 1 т. раствора гемоглобина, рассчитанная на основе экспериментально-аналитических исследований.

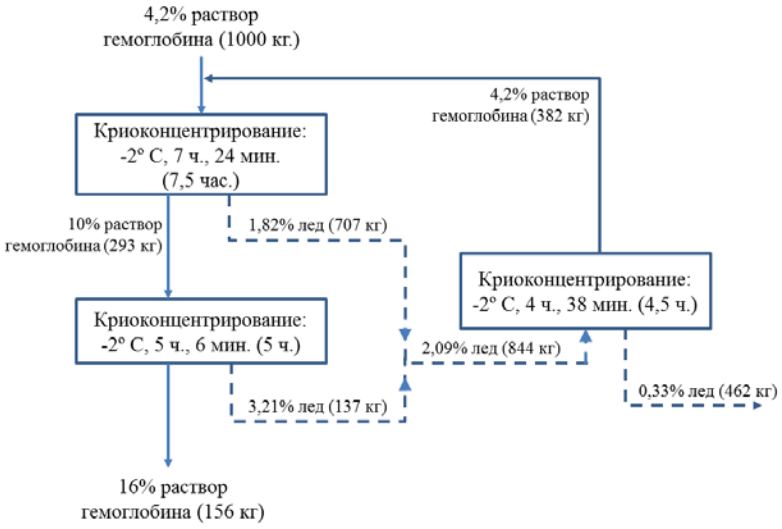


Рисунок 5 – Схема двухступенчатого разделительного вымораживания раствора гемоглобина

Исходный продукт последовательно вымораживается в двух ступенях, в результате чего его концентрация повышается почти в 4 раза. Образующийся при этом лёд с обеих ступеней плавится, смешивается и направляется на параллельную ступень вымораживающей установки, где происходит повышение его концентрации до исходного состояния (4,2 %), а образующийся лёд плавится и удаляется из системы.

Использование вышеуказанного способа вымораживания позволяет сократить потери сухих веществ до 3,6 %. Для сравнения: при отсутствии параллельной ступени вымораживания потери сухих веществ составили бы 41 %.

Таким образом, представленная схема двухступенчатого разделительного вымораживания позволяет повысить степень концентрирования и снизить потери сухих веществ по сравнению с одноступенчатым вымораживанием в емкостном кристаллизаторе.

Указанный способ может применяться для любых видов жидких пищевых продуктов, отличие будет состоять лишь в продолжительности вымораживания на той или иной ступени.

Список литературы

1. Гунько П.А. Исследование и разработка технологии извлечения белковых компонентов из творожной сыворотки низкотемпературными методами: дисс. … канд. техн. наук: 05.18.04 / Гунько Павел Александрович. – Кемерово, 2014. – 124 с.

2. Дейниченко Г.В. Качество пищевых жидкостей ультрафильтрационного концентрирования / Г.В. Дейниченко, В.В. Гузенко, О.В. Гафуров // Товары и рынки. - 2015. - № 2 (20). - С. 140-149.

3. Короткий И.А. Эффективность производства искусственного холодав разделительных вымораживающих установках / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, М.Г. Курбанова // Техника и технология пищевых производств. - 2016. - Т. 43. - № 4. - С. 116-122.

4. Ащеулов А.С. Исследование кинетики потоков в роторно-пленочном выпарном аппарате / А.С. Ащеулов // Техника и технология пищевых производств. - 2016. - Т. 42. - № 3. С. 98-103.

5. Патент № 2340845 Российская Федерация, МПК F26B5/04. Способ удаления влаги в вакууме/ А.А. Емельянов, А.Г. Золотарев. № 2007126497/06. Заявлено 11.07.2007; Опубл. 10.12.2008.

6. Ермолаев В.А. Вакуумные технологии молочно-белковых концентратов: Монография. / В.А. Ермолаев, А.Ю. Просеков. - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2010. – 212 с.

7. Короткий И.А. Исследование работы емкостного кристаллизатора для разделительного вымораживания жидких пищевых продуктов / И.А. Короткий, Д.Е. Федоров, Н.А. Тризно // Техника и технология пищевых производств. - 2012. - Т. 4. - № 27. - С. 106-110.

8. Короткий И.А. Исследование процессов криоконцентрирования молочной сыворотки / И.А. Короткий, П.А. Гунько, Д.Е. Федоров // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2014. - № 1. - С. 148-153.

9. Богомолов В.Ю. Повышение эффективности мембранного концентрирования подсырной сыворотки / В.Ю. Богомолов, С.И. Лазарев, В.И. Кочетов, В.П. Горбунов, А.В. Краснова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. - 2014. - Т. 19. - № 3. - С. 944-947.

10. Короткий И.А. Разделительное вымораживание при переработке обезжиренного молока / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, О.М. Мальцева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2015. - № 10. - С. 115-121.

11. Пермяков А.В. Применение мембранных методов обработки сыворотки в технологии лактозы / А.В. Пермяков, И.А. Евдокимов, Т.В. Вобликова // Научно-технический вестник Поволжья. - 2014. - № 5. - С. 282-284.

УДК 681.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OPC-СЕРВЕРА ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРА ОВЕН ПЛК150 К SCADA-СИСТЕМЕ TRACE-MODE

Д. Р. Хайбулин, В. В. Торгулькин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время при создании автоматизированных линий, цехов и заводов широко используется различного рода программное обеспечение, созданное для обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

Существует ряд различных типов подключения контроллеров к SCADA, например MODBUS, PROFIBUS, OPC и др. Они направлены на решение задач в области автоматизации.

OPC-сервер – это набор спецификаций, дающий единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами. Создавался он с целью минимизировать затраты на создание приложений автоматизированной промышленности. OPC универсально работает с устройствами различных производителей и может пользоваться разными протоколами обмена данных.

CoDeSys – это инструмент для программирования контроллеров промышленной автоматизации. Программирование в нем может быть реализовано на пяти языках, определенных стандартом IEC6113-3 (рис. 1).

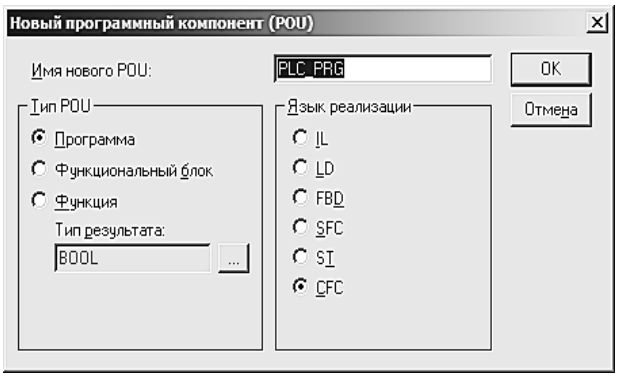


Рисунок 1 – Выбор языка программирования

Для рассмотрения OPC-сервера был взят программируемый логический контроллер ОВЕН 150. После установки CoDeSys и target-файла, необходимого для корректной работы с ПЛК, нужно также подключить ПЛК к ПК при помощи преобразователя интерфейсов RS-232.

Все необходимое ПО находится в свободном доступе на официальном сайте ОВЕН.

Далее создается проект для снятия значения термопары. Для этого производится первоначальная настройка CoDeSys и задание необходимых переменных (для получения сигнала термопары). После этого выполняется написание программы для снятия значения термопары, настройка связи с ПЛК и ПК.

После настройки и подключения OPC-сервера CoDeSys компилируем, загружаем проект в программируемый логический контроллер.

Как только была завершена настройка OPC сервера, данные из него можно использовать в TraceMode.

TraceMode – это программный комплекс SCADA, служащий для разработки программного обеспечения АСУТП, систем телемеханики, автоматизации зданий, систем учета электроэнергии, воды, газа, а также для обеспечения их функционирования в реальном

времени. Кроме того, он обладает функциями программирования промышленных контроллеров.

Для созданного проекта в SCADA-системе TraceMode создаем экранную форму (рис. 2) и привязываем переменные.

Рисунок 2 – Выбор показывающего прибора

Завершающим этапом является сохранение проекта для MPB, после чего можно запустить профайлер.

Запустив проект, можно убедиться, что значения в CoDeSys совпадают со значением в TraceMode (рис. 3).

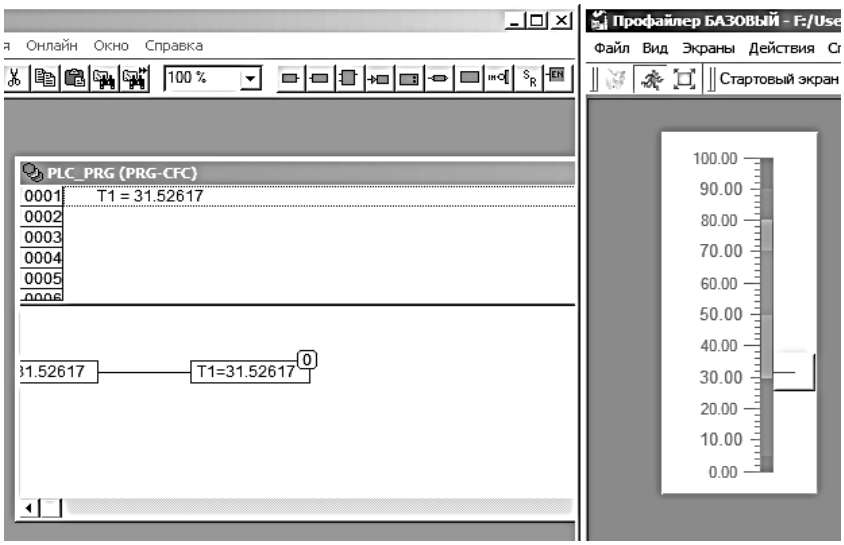


Рисунок 3 – Экранная форма

Таким образом, технология OPC дает возможность для обмена технологическими данными, в которые заключены обширные возможности. Обращая внимание на то, что все больше компаний отдают предпочтение именно этой технологии, можно сказать о дальнейшем развитии OPC. Это перспективное решение для внедрения разнородных систем. Однако есть еще ряд проблем, которые предстоит решить.

Список литературы

1. OPC. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://opcfoundation.org.

2. SCADA. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.scada.ru.

УДК 621.565.92

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТОВ ВАКУУМНОЙ И СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ

А. В. Хохряков, Д. А. Зеленов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Развитие отраслей сельского хозяйства, пищевой промышленности, бионанотехнологии требует решения множества проблем, столкновение с которыми происходит в ходе стремительного увеличения их масштабов. Одним из главных вопросов является заготовление, преобразование, долговременное сохранение в удовлетворяющем потребителя качестве, продукции этих отраслей. За долгую историю развития науки о холоде найдено решение множеству задач хранения, обработки продукции сельского хозяйства. Способы обработки продукции, ранее считавшиеся неактуальными, в настоящее время приобретают важный статус для современной науки и производства. Одним из таких способов является низкотемпературное и вакуумное обезвоживание.

При длительных сроках хранения и для длительного сохранения качественных показателей разнообразных продуктов пищевой, фармацевтической промышленностей, применение способа сублимационного вакуумного обезвоживания до влажности 2,4–3,6 % позволяет обеспечить сохранность естественных свойств пищевых продуктов, биологических материалов и препаратов фармацевтики. Ранее развитию данного способа препятствовала сложность получения вакуума в виду неразвитости соответствующих технологий, но за последние три десятилетия вакуумная техника была в достаточной мере преобразована и теперь соответствует всем критериям, соблюдение которых столь необходимо для реализации процессов низкотемпературного и вакуумного обезвоживания. На данный момент перед нами стоит задача повышения энергоэффективности вакуумных сублимационных установок. Главным образом, снижение энергозатрат ведется путем оптимизации способов испарения влаги с продукта, совершенствованием работы вакуум-насоса и холодильной установки. Совершенствование энергетической эффективности установки приведет к снижению затрат, как капитальных, так и эксплуатационных, что несомненно приведет к понижению стоимости конечного продукта.

Оптимизация способов испарения влаги заключается в поиске наиболее оптимального способа подвода теплоты к продукту в условиях вакуума. Как известно, теплота может передаваться от одного тела к другому тремя способами: при помощи теплопроводности, конвекции, излучения. В условиях вакуума конвективный теплообмен практически невозможен, поэтому для процессов вакуумного сублимационного обезвоживания для рассмотрения остаются только два способа. В веществе, вне зависимости от его состояния, теплота передается теплопроводностью за счет энергетического взаимодействия на атомном уровне. Из-за этого взаимодействия возникает движение микрочастиц, энергия таким образом переходит из зоны с наибольшей температурой в зону с наименьшей. Для вещества в жидком или газообразном состоянии характерен конвективный теплообмен, заключающийся в переносе теплоты поднимающимися слоями вещества с наибольшей температурой и попутной отдачей ими своей энергии. По своему характеру конвекция проходит интенсивнее, чем теплообмен теплопроводностью. Также существует способ передачи теплоты, объединяющий два предыдущих. В таком случае энергия передается за счет нагрева восходящих и нисходящих потоков жидкости (газа) за счёт теплообмена с нагретой поверхностью. Этот способ получил название теплоотдача. Третьим из основных способов передачи теплоты является излучение. Радиационный теплообмен возможен в любой среде, даже в условиях полного вакуума, то есть в космосе. Его источником служат частицы света – фотоны.

В условиях вакуумного сублимационного обезвоживания процесс передачи теплоты теплопроводностью реализуется при помощи снабжения внутреннего пространства сублиматора обогреваемыми металлическими пластинами со специальными прижимными устройствами, на которые укладывается осушаемый продукт. Однако в некоторых случаях, таких как обезвоживание овощной продукции листовой формы, данный способ непригоден. В основном на реально действующих установках вакуумной сублимационной сушки применяют методы передачи теплоты излучением, либо комбинацию двух способов подвода теплоты. Подвод теплоты излучением имеет отличительное преимущество: регулируя длину волны источника открывается возможность варьировать условия теплового обмена. Особенность подвода теплоты излучением является и её существенным минусом. При облучении продукта при помощи ламп, как было сказано выше, огромную роль играет длина испускаемой ею волны. В случае превышенной длины волны на поверхности продукта образуются местные перегревы, ведущие к неравномерному распределению температуры и, как следствие, неполноценности и нарушению технологического процесса обезвоживания продукта. Для того, чтобы избежать негативных последствий от этого эффекта применяется способ так называемого селективного нагрева, то есть для различных продуктов применяют лампы с различной длиной волны.

В зависимости от длины волны приборы обогрева, используемые при подводе теплоты, можно поделить на несколько групп. Излучатели коротковолновой группы (длина волны от 500 до 580 нм) выполняются в виде полых плит, внутри которых циркулирует горячий теплоноситель. Данным способом достигается температура нагрева не более 350 °С Такой радиационный теплоподвод называют низкотемпературным, а излучатели – «темными». К излучателям волн средней длины относят электрические высокотемпературные нагреватели – ТЭНы, а также электрические лампы накаливания. В данном случае длина волны занимает часть инфракрасного спектра от 580 до 670 нм, а температура достигает 2500–3000 °С. К последней группе – излучателям высокой длины волны – относятся лампы накала с температурой нити более 3000 °С. Длина волны составляет более 670 нм. Излучатели средней и высокой группы относят к «светлым» излучателям. Одним из приоритетных направлений является применение в качестве источника теплоты СВЧ-излучателей. Из всех вышеописанных способов этот является наиболее эффективным. Энергия высокочастотного электромагнитного поля проникает на значительную глубину, воздействует на замороженную в продукте влагу. Высокочастотный СВЧ-нагрев успешно применяется во многих отраслях техники, теоретически он наиболее предпочтителен, но на практике, в условиях массового производства на данный момент он не нашёл применения ввиду ограниченности современных генераторов микроволн. Таким образом, сейчас микроволновый нагрев применим лишь в случае, когда необходимо интенсифицировать процесс обезвоживания на заключительных стадиях процесса.

Список литературы

1. Лебедев, П. Д. Расчет и проектирование сушильных установок / П. Д. Лебедев. – М. : ГЭИ, 1963. – 320 с.

2. Семенов, Г. В. Современные направления научных исследований и технические решения по интенсификации процесса сублимационной сушки в пищевой промышленности. Ч 1. / Г. В. Семенов. – М. : Научный журнал НИУ ИТМО, 2015. – 202 с.

3. Исследование процесса вакуум-сублимационного обезвоживания пищевых продуктов при различных способах энергоподвода / С. Т. Антипов [и др.] // Вестник Международной академии холода. – СПб. ; М, 2007.

УДК 621.798:663.954.56

РАЗРАБОТКА СЕРИИ УПАКОВОК ДЛЯ ЧАЯ ТОРГОВОЙ МАРКИ «VINTAGE TEA»

К. А. Чалик
Кемеровский государственный университет г. Кемерово, Россия

Чай является самым популярным напитком после воды. Пьют чай как дань традициям либо запивая сладкое, также многие считают, что чай – полезный напиток. На сегодняшний момент существует большое количество различных вкусовых добавок. Одна из наиболее популярных это фрукты и ягоды, придающие яркий вкус и свежесть чаю. Несмотря на все достоинства, универсальность и вкус напитка, популярность чая снижается среди молодежи вследствие конкуренции с другими напитками, такими как кофе, различными газированными, а также энергетическими напитками, которые находятся на пике популярности в данное время [1].

Именно для повышения конкурентоспособности, а также для популяризации чая среди молодежи необходимо создать оригинальное дизайнерское решение для упаковки, которое будет в меру яркое, а также уникальное в своем роде, привлекающее молодежь.

Разработка дизайна для упаковки чая торговой марки «VINTAGE TEA» несет под собой цель распространения идеи употребления чая высшего качества для среднестатистического населения страны. Данный напиток подходит для среднестатистического покупателя возрастной категории от 16 до 30 лет.

Так как самой популярной вкусовой добавкой для чая являются фрукты и ягоды, появилась идея создания торговой марки чая, которая будет выпускать данный напиток высшего качества с сушеными фруктами и ягодами, которые будут наиболее ярко раскрывать вкус, делать его более насыщенным.

а – логотип; б, в – монохромные начертания.

Рисунок 1 – Логотип торговой марки чая «VINTAGE TEA»

Логотип торговой марки «VINTAGE TEA» (рис. 1) выполнен в стиле Америки 30-х годов: надпись «fruit&berry» (ягоды и фрукты) выполнен шрифтом Magneto, подчеркивающим данную стилистику: данным начертанием выполняли надписи марок автомобилей. Шрифт отличается перетеканием букв, созданием единой композиции. Далее

выполнено изображение чайных листов, которое помогает понимать, какой продукт перед нами. Название выполнено шрифтом Stencil, напоминающим трафаретный способ написания, используемый для маркировки мешков чая либо кофе. Далее находится надпись «organic garden» (органический сад), которая говорит нам о том, что данный продукт является «органическим», то есть выращен в условиях настоящей плантации, а добавки − фруктово-ягодного сада. Надпись выполнена шрифтом Freehand 521, использование которого обосновано тем, что он применялся в ретро-упаковках для обозначения на 100 % натуральных продуктов. Содержит элементы четкого написания, а также элементы каллиграфии. На рис. 1 представлен логотип (а) и два его монохромных варианта (б, в), которые могут использоваться в различных документациях и при этом не потеряют свою узнаваемость.

Идея дизайна состоит в соединении «винтажного» стиля, темного основного фона, с яркими и красочными фруктами и ягодами, выполненными в акварельном варианте. Смешение стилей придает индивидуальности упаковке, также при помощи акварельных изображений становится понятно, с каким вкусом был приобретен чай.

В верхней части (рис. 2) располагается логотип, название продукта. Далее расположено изображение фрукта или ягоды, использованных в виде вкусо-ароматической добавки, около которой написано название, для точного понимания. Также справа находится обозначение того, что в упаковке находится именно чай с фруктовой либо ягодной добавкой.

Рисунок 2 – Ассортиментный ряд

Конструкция упаковки представляет собой форму усеченной треугольной призмы (рис. 3), боковые стороны которой выполнены с помощью фальцевания бумаги и придания тем самым зигзагообразного вида. Данная форма имеет необходимую ширину внизу для

удобного расположения пакета с чаем, и компактный верх, придающий оригинальности упаковке. Также боковые стороны и дно дополнительно укреплено с помощью поддерживающих нижних деталей. Дно является склеиваемой деталью, поэтому оно спокойно выдержит пачку чая в 100 г.

Рисунок 3 – Конструкция упаковки

Для изготовления данных упаковок использована высокоплотная бумага Color Copy плотностью 250 г/м^2, которая отображает качественную печать и является наиболее удачным вариантом для данной упаковки.

Одним из важных этапов производственного процесса является переработка и утилизация бумаги. Переработка бумажных отходов происходит в несколько этапов:

- сортировка
- роспуск на волокна и очищение от примесей
- дороспуск [3].

Процесс сортировки необходим для того, чтобы разделить все поступившее сырье по уровню качества. Данный этап проводится исключительно вручную. Роспуск сырья производится при помощи специального сита с отверстиями примерно в один сантиметр. Дороспуск необходим для того, чтобы избавиться от оставшихся волокнистых пучков. В завершение материал отправляется на отсеивание с использованием центробежных сортировок. Все нераспустившиеся частицы утилизируются из вторичного сырья, далее происходит процесс тонкой очистки [2].

Данная идея имеет особую неповторимость на рынке и является привлекательной для молодых потребителей. Люди все больше стали обращать внимание на интересные дизайнерские решения, но так как коробка выполнена из высокоплотной бумаги, это делает ее не только оригинальной, но и недорогой в цене.

Список литературы:

1. Происхождение чая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://daotea.ru/tea/1033.html.

2. Производство по переработке бумаги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://vtorothodi.ru/pererabotka/otkrytie-punkta-priema-bumagi.

УДК 612.664.17.621.56

ОПИСАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИОСКОПИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР РАСТВОРОВ ЛАКТОЗЫ МОНОГИДРАТА

Д. В. Чернов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Криоскопическая температура – это температура начала кристаллизации воды (криоскопической точки) при замораживании водных растворов, влагосодержащих продуктов и материалов.

Криоскопическая температура заключает в себе значимый смысл при установлении теплофизических свойств веществ и выполнении теплотехнических расчетов холодильного оборудования. Точно установленная криоскопическая температура позволяет: существенно снизить энергозатраты и потери качества продуктов при их холодильной обработке и хранении, максимально рационализировать процесс криоконцентрирования жидких пищевых продуктов, так как все жидкие пищевые продукты сложны по своей структуре и теплофизическим свойствам, многие из них лабильны и содержат летучие ароматические вещества [1].

Информация, которая имеется в справочниках о криоскопических температурах конкретных веществ, ограничена и в большинстве случаев не соответствует действительности. Это проблема обусловлена взаимосвязью криоскопической температуры и уникальности химического состава рассматриваемых веществ.

Для получения необходимых результатов следует использовать не справочные данные, а устанавливать криоскопическую температуру вещества непосредственно опытным путем [2, 3].

Целью эксперимента будет описать методику определения криоскопических температур водных растворов лактозы моногидрата с разной концентрацией.

Лактоза моногидрат (молочный сахар) по современной классификации углеводов относится к классу дисахаридов, входящих во многие продукты, произведенные на основе молока. Жизненно важный элемент для организма человека, особенно детей.

Лактоза широко используется во многих областях производства:

- В фармацевтике лактоза является инертным наполнителем, выполняющим функцию абсолютно чистого компонента, не влияющего на лечебные свойства препарата, а служащего для его лучшего усвоения, либо может быть активным веществом как ингредиент, содержащийся в диабетических препаратах.
- При производстве антибиотиков лактоза используется как ключевой компонент создания благоприятной среды ферментации, необходимой для правильного развития полезных веществ и микроорганизмов.
- В пищевой промышленности все процессы производства продуктов включают в себя добавление лактозы. В хлебобулочных изделиях лактоза придает выпечке коричневый оттенок и аромат. В мясо, колбасы, сосиски лактозу добавляют для того, чтобы устранить соленость и горькость, таким образом увеличивается срок хранения мясного изделия. В кондитерской сфере лактоза присутствует в составе карамели, нуги, мармелада, шоколада, конфет, сгущенного молока, помадки и других кондитерских изделий. Также добавляется в алкогольные напитки для стабилизации и смягчения вкусовых качеств.

Большое количество лактозы содержится в детском питании, смеси на основе лактозы могут служить безопасным заменителем грудного молока [4].

Правильно определенная криоскопическая температура водного раствора лактозы позволяет использовать побочные продукты молочного производства, которые богаты углеводами, как доступное и недорогое сырье для получения концентрированной лактозы. Побочные продукты переработки молока, как правило, совершенно нерентабельно утилизируются в огромных количествах на предприятиях молочной промышленности.

Для проведения опыта было приобретено: 1 кг лактозы моногидрата, 20 пробирок (П-1-16-150), штатив алюминиевый (Ш-20), спирт этиловый пищевой 95 % 5 литров.

Растворы лактозы разной концентрации будут распределены в 20 пробирок. Далее пробирки погружаются в резервуар с хладоносителем (этиловым спиртом), где происходит процесс предварительного охлаждения испытываемых растворов до 6 °С, сам резервуар в свою очередь помещают в холодильную камеру. Эта операция совершается для равномерного охлаждения испытываемых образцов.

Вещество, используемое в качестве хладоносителя, должно отводить максимальное количество тепла за короткий промежуток времени, обладать небольшой вязкостью и плотностью, так как эти величины будут влиять на скорость прокачки и нагрузку на гидронасосы, быть безопасным и безвредным для человека, а также доступным и дешевым, поэтому в нашем случае мы будем применять этиловый спирт [5].

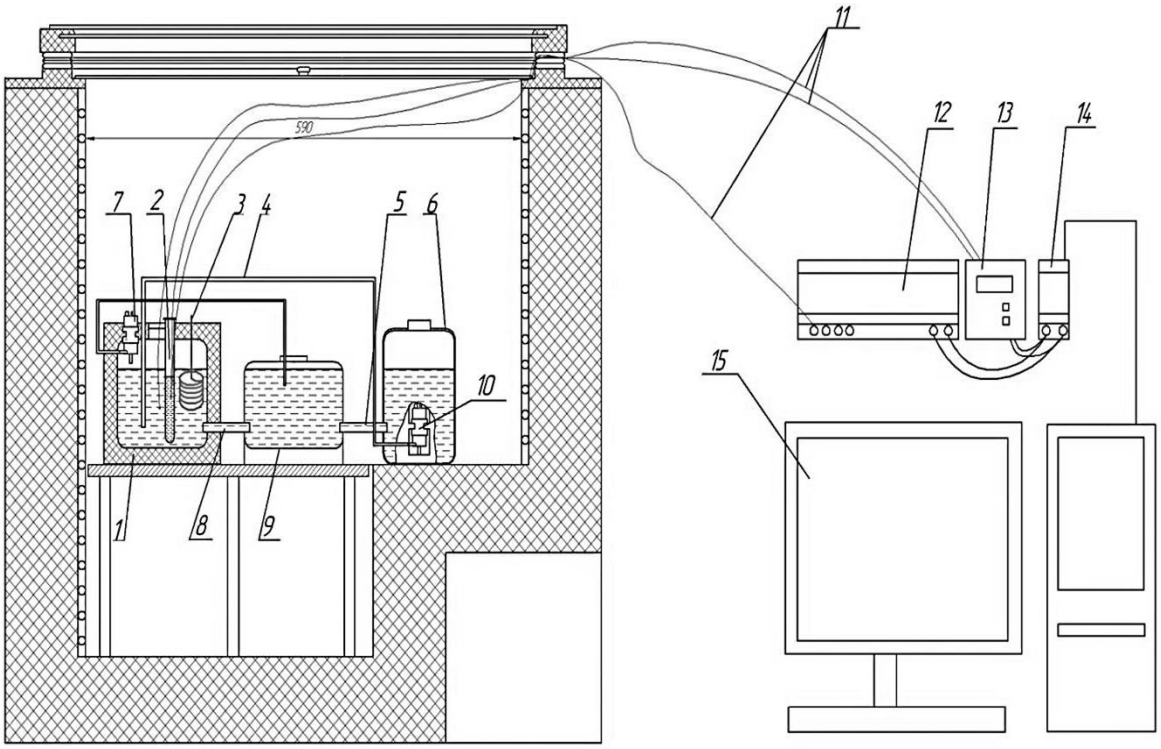


Рисунок 1 – Схема определения криоскопических температур растворов
1 – испытательный резервуар; 2 – пробирка с испытываемым раствором;
3 – трубчатый электронагреватель; 4 – трубопровод перекачки хладоносителя;
5,8 – уравнительные трубопроводы; 6 – резервуар заполненный холодным хладоносителем; 7 – предохранительный гидронасос; 9 – промежуточный резервуар;
10 – гидронасос перекачки охлажденного хладоносителя; 11 – термопары хромель-копелевые; 12 – модуль ввода аналоговый МВА8; 13 – измеритель-регулятор ТРМ202;
14 – преобразователь интерфейса АС-4; 15 – персональный компьютер.

Экспериментальная установка расположена в холодильной камере с температурой внутри −40 °С. Перед началом опыта включаем трубчатый электронагреватель в испытательном резервуаре 1 до повышения температуры в нем −5 °С. Затем включаем гидронасос перекачки охлажденного хладоносителя, который в дальнейшем работает в автоматическом режиме. Пробирку с испытываемым раствором, заранее охлажденным до температуры 6 °С, опускаем в испытательный резервуар. В пробирке и испытательном резервуаре установлены хромель-константовые термопары. Прибор ТРМ202 (измеритель-регулятор двухканальный) входящим сигналом температур управляет выходным сигналом на включение и выключение насоса перекачки холодного хладоносителя в рабочую емкость.

При достижении нижней границы разности температур в испытательном резервуаре и пробирке, прибор ТРМ 202 подает сигнал на включение гидронасоса перекачки хладоносителя, при достижении верхней границы разности прибор отключает гидронасос. Таким образом, поддерживается постоянная заданная разность температур. Прибор МВА 8 (модуль ввода аналоговый), регистрирует значения температур в пробирке для раствора. Оба прибора подключены через датчик АС-4 (автоматический преобразователь интерфейсов), который обеспечивает вывод и регистрацию данных на ПК. Далее полученные результаты обрабатываются в программе Microsoft Office Excel и сохраняются на жесткий диск. Все совершенные действия повторяются со следующим испытываемым образцом [6].

Следуя описанному методу можно проводить испытания и получать реальные значения криоскопических температур для растворов лактозы. Полученные результаты найдут практическое применение в процессе криоконцентрирования побочных лактозосодержащих молочных продуктов. Зная концентрацию лактозы в молочном продукте можно составить самые высокоэффективные режимы криконцентрирования с положительным экономическим эффектом. Результаты исследований будут актуальны и в качестве справочных данных, так как ощущается острый недостаток достоверных сведений, касающихся установленных криоскопических температур для растворов лактозы.

Список литературы

1. Плотников, В. Т. Разделительные вымораживающие установки / В. Т. Плотников, В. Н. Филаткин. – М. : Агропромиздат, 1987.

2. Короткий, И. А. Определение температуры замерзания плодов облепихи / И. А. Короткий, Е. В. Короткая // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 1. – С. 24–25.

3. Федоров, Д. Е. Определение криоскопической температуры свиной крови / Д. Е. Федоров, И. А. Короткий // Наука и образование в жизни современного общества : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, в 12 ч. – 2012. – С. 146–147.

4. Лактоза моногидрат. Состав, свойства, области применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.tiensmed.ru/news/lactoza-ex6.html.

5. Короткий, И. А. Выбор хладоносителя для установки по определению криоскопической температуры растворов / И. А. Короткий, О. М. Мальцева, Т. З. Валиахмедов // Наука XXI века: теория, практика, перспективы : сборник статей Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 24–28.

6. Пат. 2554621 Российская Федерация, МПК[51] G 0125/04 (2006.01). Способ определения температуры начала льдообразования при замораживании водных растворов и влагосодержащих продуктов и материалов и устройство для его осуществления / Короткий И. А., Мальцева О. М., Валиахмедов Т. З., Федоров Д. Е., Гунько П. А. : заявитель и патентообладатель КемТИПП. – № 2013136819/28; заявл. 06.08.2013 ; опубл. 27.06.2015, Бюл. № 18.

УДК 621.56/59

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СНЕГООБРАЗНОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Б. Б. Шахобидинов, А. Н. Гринюк
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Диоксид углерода представляет собой вещество, широко используемое во всех агрегатных состояниях. Диоксида углерода применяют во многих отраслях народного хозяйства. В холодильной промышленности диоксид углерод идет в основном на получение сухого льда.

Твердый CO_2 при атмосферном давлении (при давлениях ниже давления тройной точки равного 518,6 кПа) превращается в газ, минуя жидкое состояние (сублимирует), вследствие чего ему присвоено название «сухой лед».

Получение сухого льда возможно только при значениях термодинамических параметров ниже значений параметров тройной точки (при давлении ниже 518,6 кПа или при температуре ниже −56,6 °С).

Два основных способа получения твердой CO_2:

− медленное испарение жидкой CO_2, находящейся в льдогенераторе под давлением 0,7 - 0,8 МПа, в среду с давлением ниже тройной точки;

− дросселирование жидкой CO_2 до давления немного ниже давления тройной точки, при котором образуется рыхлый, влажный снег, подвергающийся последующему прессованию в специальных гидравлических прессах [2].

Целью исследования является, повышение эффективности процесса получения снегообразного CO_2 методом дросселирования жидкой CO_2 до атмосферного давления.

Для изучения процесса получения CO_2 в твердой фазе была разработана и создана экспериментальная установка. Внешний вид экспериментальной установки изображен на рис. 1.

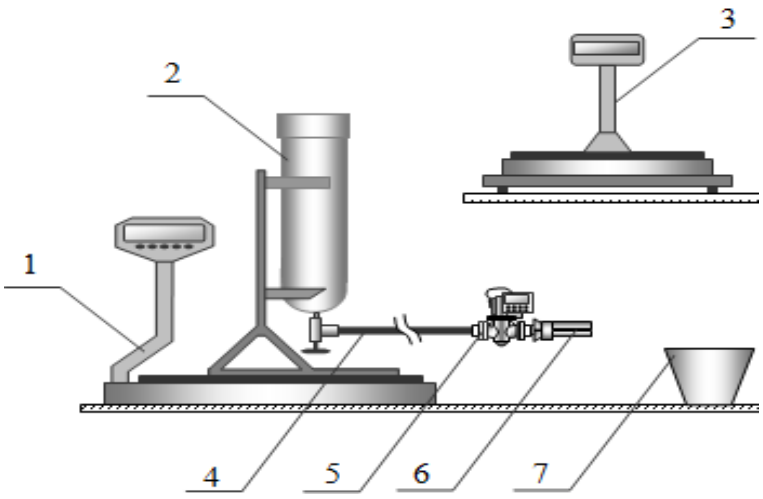


Рисунок 1 – Внешний вид экспериментальной установки
1(3) – электронные весы; 2 – углекислотный баллон; 4 – трубопровод; 5 – реле времени; 6 – генератор-снегообразователь; 7 – емкость

Для исследования процесса получения снегообразного CO_2 был разработан генератор-снегообразователь, схема которого представлена на рис. 2.

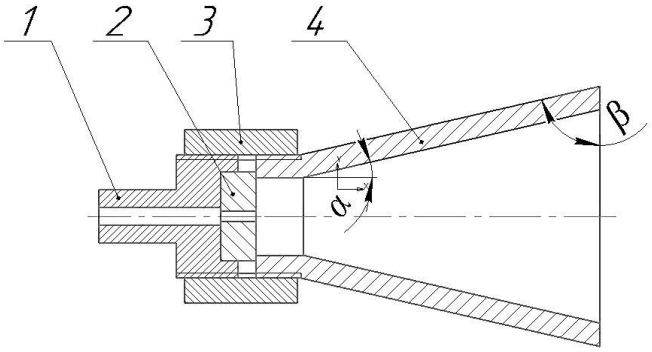


Рисунок 2 – Рабочий чертеж генератора-снегообразователя
1 – штуцер; 2 – дроссельная шайба; 3 – соединительная гайка;
4 – конус-снегообразователь

Дросселирование CO_2 осуществлялось через шайбы с дроссельным отверстием диаметром 1 мм. Снегообразование происходит в конусах с углами (α) от 3 до 12°, что позволило выявить влияние угла конуса на процесс получения CO_2 в твердой фазе. Геометрические данные усеченного конуса представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Геометрические данные конуса

№	d, мм	D, мм	h, мм	α, °	β, °
1	42	50	80	3	87
2		60		6	84
3		65		8	82
4		70		10	80
5		75		12	78

Для исследования процесса снегообразования были проведены эксперименты при температуре жидкого диоксида углерода от 20 до −10 °С.

Первый опыт был проведен при температуре баллона с жидким диоксидом углерода 20 °С. Результаты зависимости полученного снегообразного CO_2 от углов конуса 3–12° представлены на рис. 3.

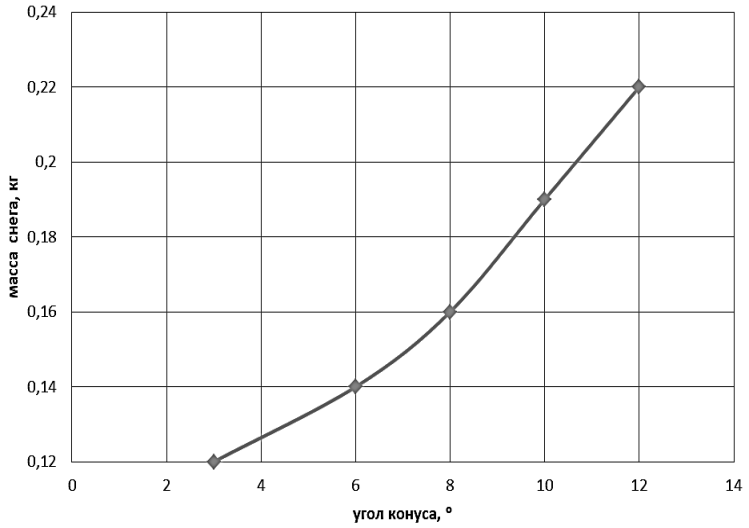


Рисунок 3 – Характеристика выхода снега при температуре жидкого CO_2 20 °С

Анализируя зависимость, представленную на рис. 3 отметим, что с возрастанием угла конуса-снегообразователя наблюдается рост массы образующегося снега до 0,22 кг.

Соотношение расхода жидкости к выходу снегообразного CO_2 при температуре 20 °С составляет 31,43 % (0,22/0,7 кг/кг). Соотношение расхода жидкости к выходу снегообразного CO_2 в % представлено на рис. 4.

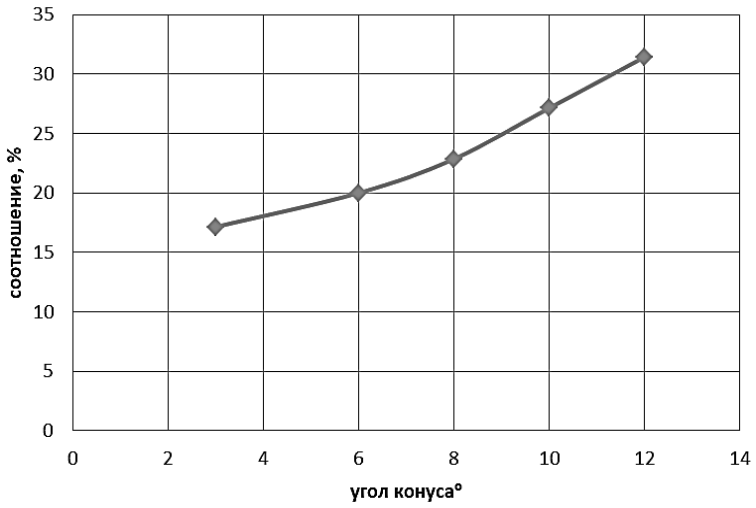


Рисунок 4 – Соотношение расхода жидкости к выходу снегообразного CO_2 в % при температуре жидкого CO_2 20 °С

Для определения влияния низких температур на процесс снегообразования были проведены исследования при температурах до −10 °С. Результата экспериментальных исследований представлены на рис. 5.

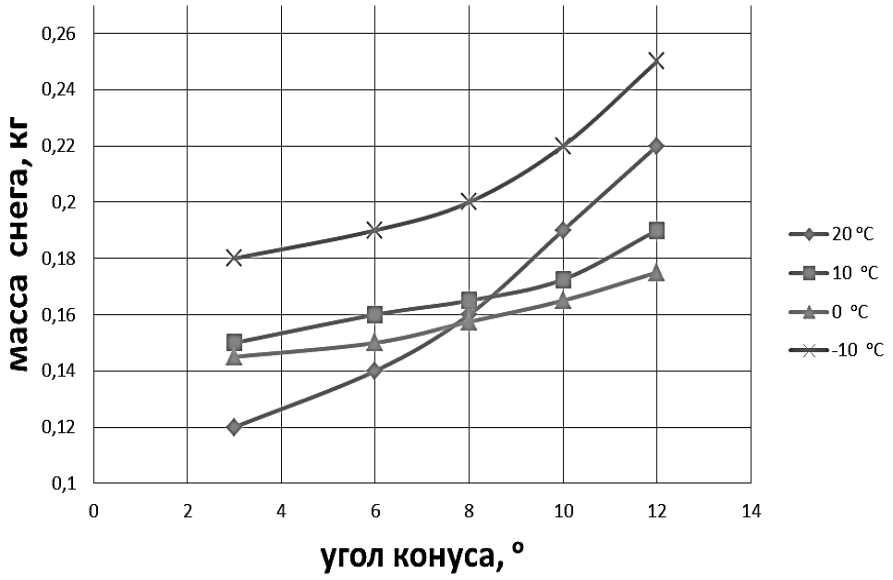


Рисунок 5 – Характеристики выхода снега от температуры жидкого CO_2

Анализ зависимостей рис. 5 показывает, что наибольшее количество снега получено при температуре −10 °С, при использовании конуса с углом 12°. Отметим, что с увеличением угла конуса-снегообразователя наблюдается рост массы образующегося снега CO_2 до 0,25 кг.

Понижение температуры жидкого CO_2 перед дросселированием приводит к существенному росту массы снегообразного диоксида углерода.

Список литературы

1. Буянов, О. Н. Применение диоксида углерода для замораживания тешек птицы / О. Н. Буянов, Е. Н. Неверов // Вестник Международной академии холода – 2005. – № 4 (4). – С. 20–23.

2. Неверов, Е. Н. Генератор-дозатор снегообразного диоксида углерода / Е. Н. Неверов // Пищевые технологии: Сб. матер. межвуз. конф. молодых ученых. – Казань, 2005. – С. 78–80.

3. Неверов, Е. Н. Применение диоксида углерода для транспортировки тушек цыплят-бройлеров / Е. Н. Неверов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (58). – С. 236–239.

4. Пименова, Т. Ф. Производство и применение сухого льда, жидкого и газообразного диоксида углерода / Т. Ф. Пименова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 208 с.

5. Цветков, О. Б. Диоксид углерода: природный экологически безопасный хладагент / О. Б. Цветков. – М. : Холодильная техника, 1997. – № 4. – С. 10–11.

6. Патент ФРГ DT 2608815 A1, A23B 4/08 1976.

7. Патент РФ 2320181, A23B4/06 2008.

УДК 681.128.6

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ: КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДИКА ПОДБОРА

Р. Е. Шуваев, Е. Н. Карнадуд
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Технический персонал, обслуживающий системы автоматизации технологических процессов, сталкивается с задачей контроля уровня воды как с технологическим параметром. Измерение уровня – это распространенный измерительный процесс многих производственных предприятий. Защита емкостей и резервуаров от перелива, защита насосов от холостого хода, учет количества вещества, степень протекания реакции – все это примеры технологических операций, где имеется необходимость контроля уровня. Также стоит отметить, что в изложенных примерах неучет уровня как технологического параметра может привести к нарушению процесса. Измерение, или контроль уровня воды, – это частный случай измерения уровня. Вода, как среда измерения, накладывает определенные требования при выборе датчика. Необходимо знать физические и химические свойства, класс взрывопожароопасности измеряемой и окружающей среды. Также необходимо знать условия, при которых будут проходить измерения. Температура, агрессивность окружающей среды могут стать негативными факторами, влияющими на процесс измерения.

Собственно сам датчик, или уровнемер-устройство, необходимое для непрерывного контроля уровня в емкости, представляет собой первичный преобразователь, чувствительный элемент которого преобразует изменение уровня в удобную для передачи, преобразования, обработки и хранения форму. Выбор датчика уровня в большей степени процесс индивидуальный, так как нужно учитывать форму выходного сигнала, необходимую точность, метод и принципы измерения.

В зависимости от необходимой формы выходного сигнала датчики уровня воды можно разделить на следующие категории:

- Выходной аналоговый сигнал, пропорциональный изменению уровня.
- Выходной дискретный сигнал, реализуемый с помощью встроенного реле.
- Выходной цифровой сигнал.
- Выходной аналого-цифровой сигнал, реализуемый по протоколу HART.

Также при выборе уровнемера необходимо обращать внимание на конструктивное исполнение, характеризующееся следующими параметрами:

- Материал чувствительного элемента.
- Непрерывный контроль (выходной аналоговый сигнал) или сигнализация крайних положений (выходной дискретный сигнал).
- Метод измерения (контактный или бесконтактный).
- Применимость во взрывоопасной среде.
- Принцип действия.

Материал чувствительного элемента накладывает ограничения области применения датчика уровня воды. Например, в пищевой промышленности он должен быть выполнен из нержавеющей стали.

Непрерывный контроль или сигнализация крайних положений также является важным критерием. Например, в случае с технологическим учетом необходимо получать непрерывную информацию о состоянии уровня воды, а в случае с защитой насосов от холостого хода можно применить датчик с дискретным выходом.

Под методом измерения понимается возможность контакта чувствительного элемента с измеряемой средой, так как в воде могут содержаться агрессивные примеси.

Применимость во взрывоопасной среде гарантирует, что при использовании в условиях взрывопожароопасной окружающей среды не произойдет ее возгорания.

Принцип действия основан на различных физических явлениях и зависит от конкретных условий измерения. Рассмотрим подробнее некоторые из них.

Поплавковый датчик уровня – контактный уровнемер, в котором чувствительным элементом служит поплавок. В основном применяется для контроля предельного уровня. Измерительная система уровнемера состоит из постоянного магнита, установленного в поплавок, и геркона, установленного в шток датчика. Прибор подойдет для задач, где необходима аварийная сигнализация, например пуск резервного насоса при уровне воды выше либо ниже допустимого. Важной характеристикой поплавковых датчиков является его точность (±1...5 мм). Из недостатков можно выделить то, что он не применим в загрязненной воде, которая способна вызвать залипание поплавка.

Преимуществом данного датчика является то, что он имеет разъемное соединение, которое в случае отказа можно быстро и без простоя процесса заменить.

Буйковый датчик уровня относится к контактному методу измерения и подойдет для реализации задачи непрерывного контроля уровня воды в емкости. Действие данного уровнемера основано на перемещении буйка под силой гидростатического давления. Буек при этом полностью погружен в жидкость. Уровнемеры данного типа незаменимы при высоком давлении и температуре, измерении уровня раздела фаз, например нефть-вода в герметизированных проточных емкостях. Имеет класс взрывозащиты ExiaIICT4. Присоединение к емкости возможно как непосредственно в нее через фланцевое соединение, так и через выносную колонку.

К недостаткам буйковых уровнемеров можно отнести зависимость показаний от плотности и температуры измеряемой среды.

Ультразвуковой датчик уровня позволяет производить бесконтактное измерение уровня. Принцип действия датчика основан на измерении времен прохождения ультразвукового сигнала до поверхности жидкости и отраженного эха обратно до чувствительного элемента. Их широко применяют при измерении уровня воды в бассейнах, или при измерении уровня сточных вод в емкостях. Также возможно применение в агрессивных и загрязненных средах.

Из недостатков можно отметить, что стабильная работа возможна при малых изменениях давления, также ввиду конусности распространения ультразвукового сигнала прибор чувствителен к посторонним предметам на пути распространения волны.

В отдельности хотелось бы рассмотреть измерение уровня воды в условиях изменения ее плотности. Как известно, плотность зависит от давления и температуры, и это нужно учитывать при выборе датчика уровня.

Проектным решением для данного случая может **служить байпасный уровнемер**, который относится к контактному методу. Этот датчик для таких случаев, когда нужны стабильные показания при экстремальных условиях. Датчик по конструктивному исполнению сравним с буйковым уровнемером. Особенность в том, что вместо буйка в колонке расположен поплавок со встроенным магнитом, плотность которого можно подобрать для конкретных условий измерения, бесконтактно действующий на роликовые индикаторы, расположенные снаружи колонки, по которым визуально можно судить об уровне. При необходимости дистанционной передачи сигнала возможна комплектация специальными преобразователями с токовым выходным сигналом.

В заключении хотелось бы отметить то, что большой выбор средств измерений уровня на рынке не должен сбивать с толку. Правильно поставленная задача, определение всех требований всех нюансов процесса позволит выбрать нужное проектное решение.

Список литературы

1. Николайчук, О. И. Современные средства автоматизации / О. И. Николайчук. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2007. – 256 с.

УДК 664.769

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТАЛКАНА

Шепиева Б.М., Бородулин Д.М., Шулбаева М.Т.,
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Питание это один из важнейших факторов оказывающих влияние на наше здоровье и работоспособность организма в целом. Оно должно быть полноценным и регулярным.

Современный человек в недостаточном объеме потребляет необходимые вещества в результате монотонного рациона, сведения его к узкому стандартному набору нескольких основных групп продуктов и готовых блюд. Зачастую эти блюда высококалорийны, но бедны витаминами и минералами. Разнообразие в выборе продуктов гарантирует сбалансированность питания и позволит избежать дефицита отдельных пищевых веществ. Стабильность режима питания обеспечит стабильную работу системы пищеварения и всего организма[5].

Продукты на основе злаков важны для здоровья благодаря содержанию в них пищевых волокон и клетчатки, которые способствуют снижению риска многих заболеваний, а также регулируют пищеварительные функции организма, предотвращая заболевания желудочно-кишечного тракта [2].

Не так давно на отечественных рынках появился зерновой продукт под названием талкан. Ранее он был известен преимущественно у тюркоязычных народов и являлся неотъемлемой частью традиционной кухни и повседневного рациона. Традиционный талкан представляет собой обжаренную и измельченную крупу (преимущественно пшеничную). Его употребляют как самостоятельный продукт, а также в качестве функциональной добавки к различным изделиям (кондитерским, хлебобулочным, молочным и т.п.).

Распространение получил и ячменный талкан. В сравнении с пшеницей, в ячмене присутствует мало крахмала и много клетчатки. Также стоит отметить, что белок зерен ячменя намного полезнее пшеничного. Это объясняется разным содержанием глютена (или по-другому клейковины – сложного растительного белка) в данных крупах. Так, в пшеничной крупе его содержание в 4 раза больше, чем в ячневой [4].

Поэтому, на основе новой технологии приготовления зернового продукта талкан [1], нами было принято решение провести ряд экспериментов с использованием пшеницы и ячменя.

Цель настоящей работы: выявить рациональные параметры сушки злаковых культур, а именно пшеницы и ячменя, для получения продукта талкан.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- организовать процесс сушки пшеницы при различных температурах и размерах зерен;
- организовать процесс сушки ячменя при различных температурах и размерах зерен;
- определить рациональные параметры сушки исследуемых злаковых культур.

Конвективной сушке подвергались дробленные зерна пшеницы и ячменя различного размера при различной температуре сушильного агента, для выявления рациональных параметров приготовления талкана. В процессе эксперимента производилось ежеминутное взвешивание массы образца до постоянного веса. Для получения наиболее достоверных результатов каждый эксперимент проводили троекратно. По усредненным данным были определены параметры текущей влажности в материале, на основе которых построены кривые сушки зерен при воздействии на них сушильным агентом с различной температурой

Измельченная пшеница, с начальной влажностью 13-15%, подвергалась сушке при температуре 160^{0}С, 180^{0}С и 200^{0}С, при этом ее размер составил 2мм и 5мм. На рисунке 1 представлены кривые сушки пшеницы размером 2мм. Из рисунка видно, что при температуре 160 °С пшеница достигает равновесной влажности за 11 минут, при 180^{0}С за 9 минут и при 200 °С за 7 минут.

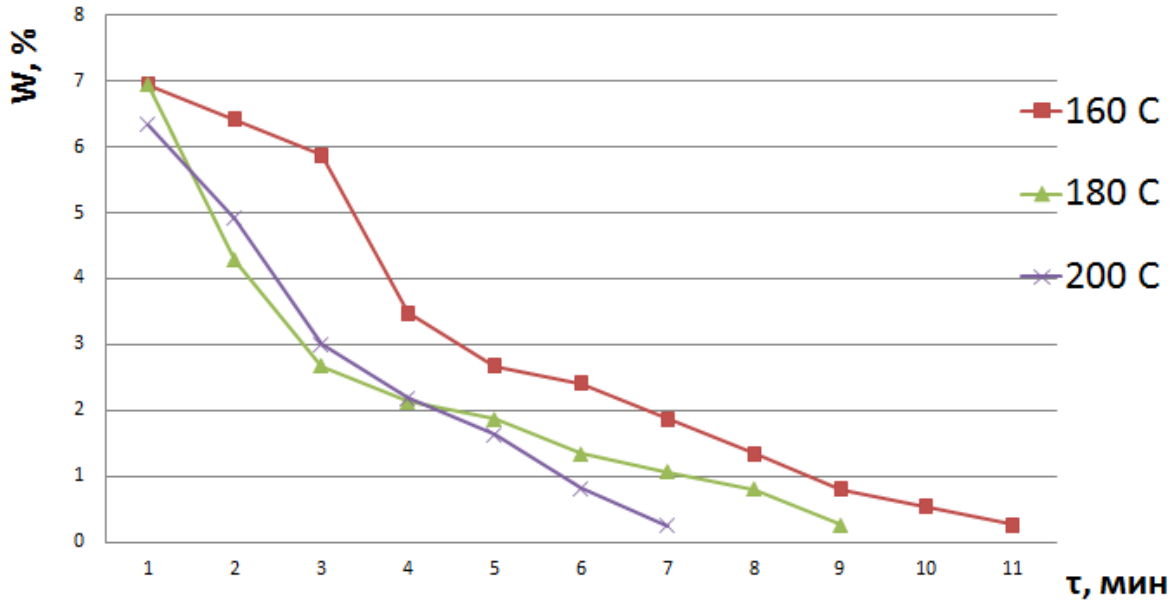


Рисунок 1 – Кривые сушки пшеницы размером 2 мм при различных температурах сушильного агента

Кривые сушки пшеницы размером 5мм представлены на рисунке 2. Измельченная пшеница достигает равновесной влажности при температуре 160°С за 23 минуты, при 180^{0}С за 16 минут и при 200°С за 8 минут.

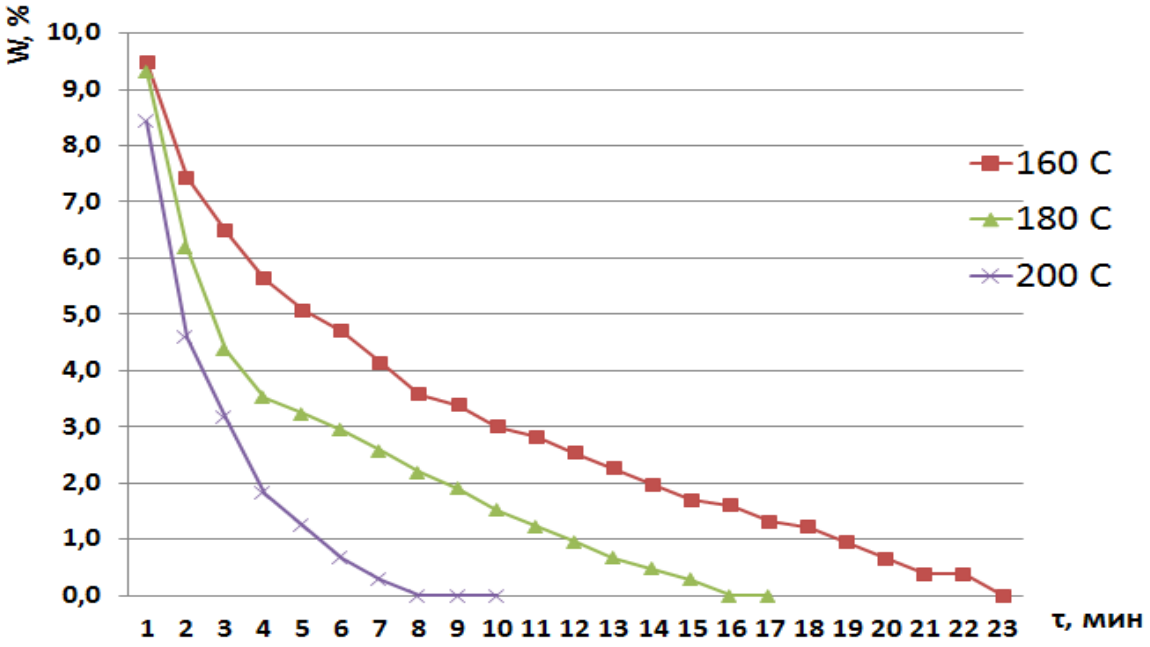


Рисунок 2 – Кривые сушки пшеницы размером 5 мм при различных температурах сушильного агента

На основе опытных данных по сушке пшеницы, было принято решение расширить диапазон температур агента сушки и размеров зерна для более широкого анализа. Поэтому дробленный ячмень, с начальной влажностью 12,5-14,5%, подвергался сушке при температуре сушильного агента от 160^{0}С до 190^{0}С, с шагом температур 10^{0}С. При этом размер зерна составил 1мм (и менее), 2мм, 3мм, 4мм и 5мм. Для наглядного сравнения предоставим кривые сушки ячменя с размером 2 и 5 мм.

Кривые сушки ячменя размером 2 мм представлены на рисунке 3. Их анализ показал, что при температуре 150^{0}С время процесса составило 20 минут, при температуре 160^{0}С и 170^{0}С время сушки сократилось на 4 и 7 минут соответственно, увеличение температуры до 180^{0}С-190^{0}С привело к сокращению времени сушки до 8-9 минут.

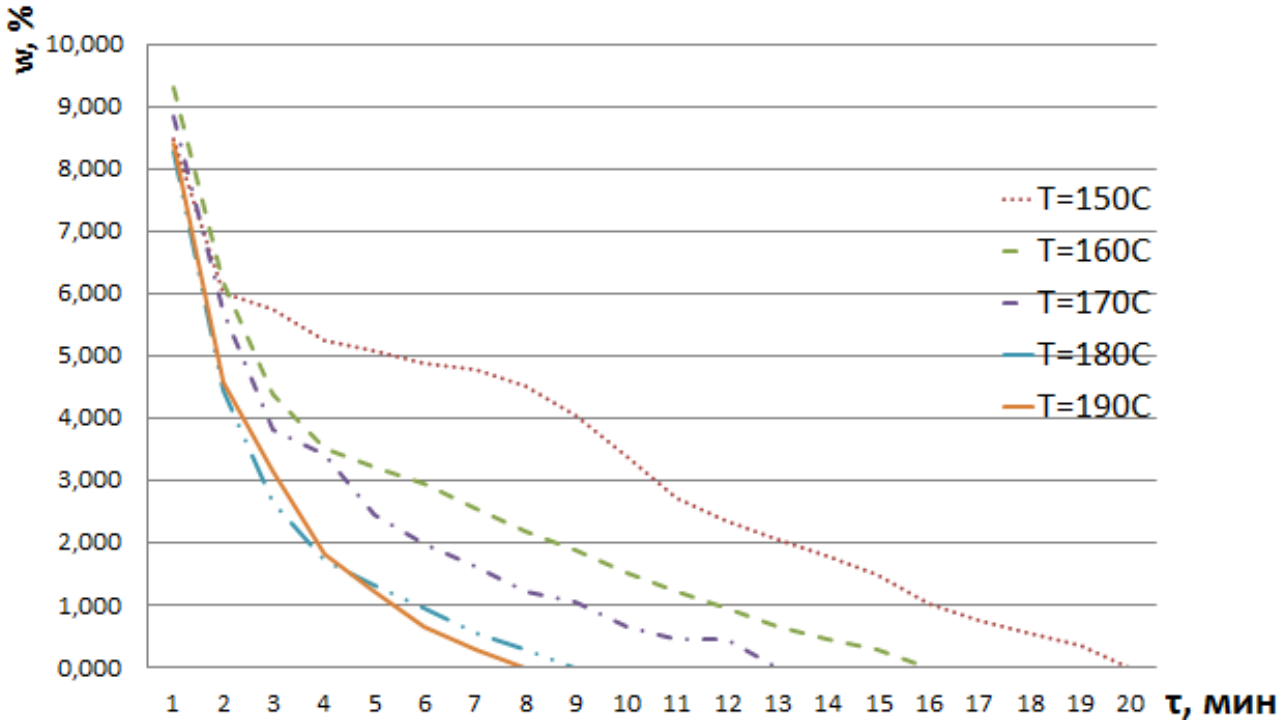


Рисунок 3 – Кривые сушки ячменя размером 2 мм при различных температурах сушильного агента

Сравнивая кривые сушки на рисунках 1 и 3, можно отметить, что при температуре 160^{0}С на сушку измельченного ячменя затрачено больше времени, чем на сушку измельченной пшеницы того же размера. Разница составляет 5 минут. Это объясняется более высокой начальной влажностью ячменя. При температуре в 180^{0}С время, затраченное на сушку, выравнивается и в обоих случаях составляет 9 минут.

Кривые сушки ячменя размером 5 мм представлены на рисунке 4. Их анализ показал, что при температуре сушильного агента 150^{0}С время процесса составило 27 минут, при 160^{0}С время сушки составило 26 минут, при 170^{0}С - 23 минуты, увеличение температуры до 180^{0}С-190^{0}С привело к сокращению времени сушки до 19 - 17 минут соответственно.

Сравнивая кривые сушки представление на русинках 2 и 4 видно, что при температуре сушильного агента 160^{0}С измельченные ячменные зерна сушатся на 3 минуты дольше, чем измельченные зерна пшеницы того же размера. При 180^{0}С разница во времени также составляет 3 минуты.

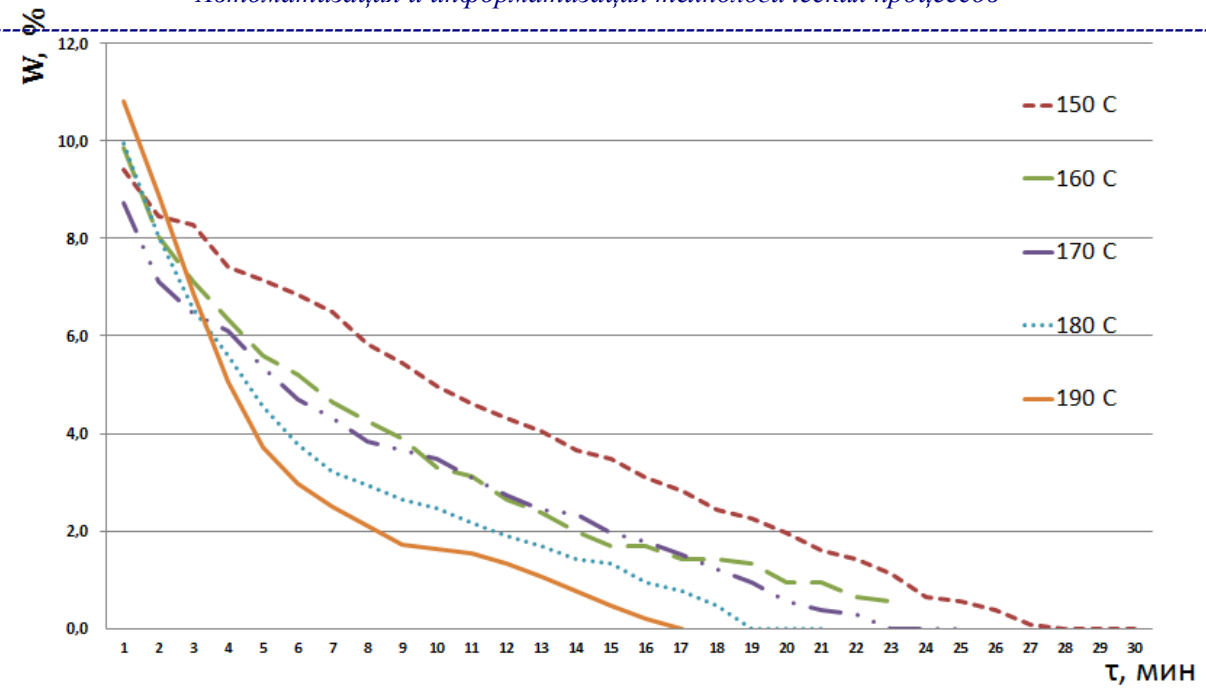


Рисунок 4 – Кривые сушки ячменя размером 5 мм при различных температурах сушильного агента

Подводя итог проделанной работы, следует отметить, что при повышенных температурах сушильного агента, а именно 180^0С-200^0С, время достижения равновесной влажности образцов невелико, однако при этом зерна начинают подгорать независимо от размера частиц. Вследствие этого они теряют ценные и полезные свойства, вкус и аромат.

При средней температуре сушки, равной 160^0С-170^0С, зерна ячменя и пшеницы поджариваются в достаточной степени, меняют цвет со светло-бежевого до светло коричневого, приобретает приятный характерный запах. При этом их среднее время сушки составляет 13,5 минут для размера 2мм и 24 минуты для 5 мм.

Следовательно, именно эти параметры сушки исследуемых злаковых культур являются рациональными и именно их целесообразно применять при производстве зернового продукта талкан.

Список литературы

1. Пат. 2624964 Российская Федерация, МПК A23L 7/10, A23L 33/10. Способ производства сухих зерновых продуктов / Шулбаева М.Т., Бородулин Д.М., Лазерева Ю.А. / заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО КемТИПП (у) - № 2016115681; заявл. 24.04.2016; опубл. 11.07.2012. Бюл. № 20

2. Шулбаева, М.Т. Разработка технологии производства сухих зерновых продуктов / М. Т. Шулбаева, Ю.А. Лазарева // Современные материалы, техника и технология: статья в сб. трудов / Юго-Западный гос. ун-т. – Курск, 2015. - С. 139-141

3. Бородулин, Д.М. Инновационная технология получения талкана как компонента функциональных пищевых продуктов, учитывающих национальные традиции питания / Д.М. Бородулин, М.Т. Шулбаева, О.Н. Мусина, Б.М. Шепиева // Техника и технология пищевых производств: научная статья / КемТИПП (у). – Кемерово, 2017. – Т. 46. № 3. – С. 15-22

4. Бородулин, Д.М. Исследование кинетики сушки измельченного ячменя для производства национального продукта «Талкан» / Д.М. Бородулин, М.Т. Шулбаева, Б.М. Шепиева // Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств: сб.статей. -Воронеж, 2016 г. -С.495-499. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29200053

5. Проблемы питания современного человека. Основные принципы здорового питания http://cgie.62.rospotrebnadzor.ru/info/gigiena-okryj-sredi/129446/ - электронные данные.

УДК 62-531.4

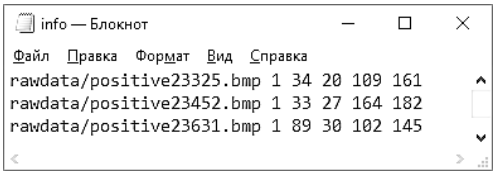
ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ КАСКАДА ХААРА

А. А. Шутков, В. В. Торгулькин, Е. Н. Карнадуд, В. Р. Голубева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Обучение каскада Хаара является очень трудоемким и рутинным процессом, который требует больших временных затрат. Связанно это с необходимостью создания большой базы изображений для более качественной работы по определению искомого объекта. Для обучения необходима выборка позитивных (где находится объект поиска) и негативных (где нет объекта поиска) фотографий, и эта выборка должна быть достаточно широкой для стабильной работы каскада.

При этом главная трудность заключается в необходимости дополнительной обработки позитивной выборки. Обработка заключается в указании на каждом отдельном изображении объекта интереса (рис. 1а) и записи в файл его координат нахождения. Тем самым формируется текстовый файл (рис. 1б), в котором пронумерованы все фотографии и записаны координаты объекта интереса.

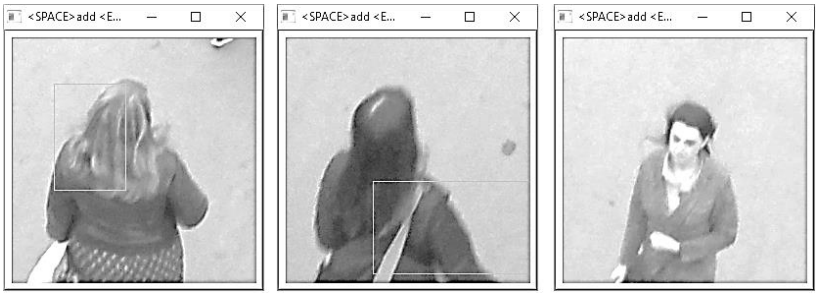
а)



б)

Рисунок 1 – Выделение объекта интереса (а), текстовый файл с координатами (б)

В процессе обработки, из-за его рутинного характера, могут возникнуть ошибки выделения. Они могут заключаться в неполном выделении объекта интереса (рис. 2а), неправильном выделении (рис. 2б) и в отсутствии выделения (рис. 2в).



а) б) в)

Рисунок 2 – Неполное выделение (а), неправильное выделение (б), отсутствие выделения (в)

Все эти ошибки записываются в текстовый файл, по которому производится обучение. Плохо обученный каскад будет неадекватно работать, при этом будет потерянно много времени, которое было затрачено на подготовку и обработку. Допущенные ошибки очень тяжело обнаружить и исправить, так как для обучения требуется более 10 000 обработанных фотографий, а это более 10 000 текстовых записей координат. Без специальных средств нахождение ошибок в подготовленной базе для обучения является тяжелейшей задачей, на которую может уйти огромное количество времени.

Для проверки правильности обработанной базы изображений было разработано программное обеспечение, которое позволяет наложить координаты из текстового файла на соответствующее изображение (рис. 3). Программа работает следующим образом: на первоначальном этапе производится автоматическая проверка правильности заполнения данных в текстовом файле. Если проверка прошла успешно, то на фотографию накладывается рамка, соответствующая координатам из текстового файла. Проверка правильности заполнения состоит в следующем: программа проверяет количество точек для построения прямоугольника и их количество, то есть если объект поиска один, то нужны четыре координаты, для двух объектов – восемь и так далее; правильность записи вершин прямоугольников; правильность указанной директории для открытия jpeg файла.

Человек, проверяющий изображения, имеет возможность оценить фотографию, и, если выделение было произведено некорректно, программа может запомнить поврежденную строку текстового файла для ее дальнейшего редактирования.

Рисунок 3 – Интерфейс ПО для проверки базы изображений

Данное программное обеспечение увеличивает временные затраты, но при этом уменьшается шанс возникновения ошибки, которая приведет к некорректной работе каскада. Также стоит отметить саму возможность проверки текстового файла, так как без данного программного обеспечения это сделать невозможно. Созданное программное обеспечение оказывает реальную помощь в процессе подготовки базы для обучения каскада.

Список литературы

1. Шутков, А. А. Исследование рынка программного и аппаратного обеспечения для мониторинга периметра опасных технологических объектов / А. А. Шутков, В. В. Торгулькин // инновационные технологии научного развития: сборник статей Международной научно-практической конференции (20 мая 2017 г., г. Казань). В 5 ч. Ч. 2. – Уфа : АЭТЕРНА, 2017. – С. 110–113.

УДК 664:681.5

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ ПРИ ПЕРЕМЕШИВАНИИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Ж. Ф. Юсупов
Кемеровский государственной университет, г. Кемерово, Россия

Смешивание является одним из основных процессов, широко применяемых в различных отраслях промышленности.Процесс смешивания можно характеризовать как пространственное распределение двух и более компонентов с целью получения однородной по составу, физико-механическим и другим свойствам среды, называемой смесью.
Оптимизация процесса заключается в достижении требуемого смешения компонентов в самое короткое время и с наименьшими энерго-затратами.

Во многих технологиях применение сыпучих полуфабрикатов – распространенные явления. Переработка таких материалов может иметь ряд проблем. Например: эффективность расхода энергии, снижение материальных потерь, получение композициис заданными свойствами и т.д. Изучению процесса смешивания сыпучих материалов посвящено большое количество научных работ. Так общая обзорная информация содержится в работе [1]. Во многих работах рассмотрены вопросы качества смешиваниякомпонентов и моделирование процесса [2-5].

В пищевой и других отраслях промышленности для смешивания сыпучих материалов используется смесители разного типа. Так широкое применение получили, например, центробежно-лопастные смесители. В них сыпучая масса быстро доводится до однородной структуры.

Было выяснено, что на эффективность и интенсивность перемешивания в цилиндрической емкости с плоским дном с помощью лопастной мешалки существенно влияют уровень заполнения емкости и угол между плоскостями дна и лопастей, а также размеры лопастей.Таким образом, были проведены эксперименты, направленные на выявление тенденций влияния этих факторов на интенсивность и эффективность перемешивания.

Было отмечено следующее:

1) При перемешивании сыпучей среды в цилиндрической емкости с плоским дном центральная зона дна практически свободна от материала, т.е. центробежная сила эффективно выносит материал на периферию даже при малой скорости вращения лопастей. Диаметр этой зоны составляет примерно 30…60% от диаметра емкости. При этом, чем меньше материала и больше скорость вращения лопастей тем больше эта зона.

2) Ширина и длина лопастей должны соотноситься примерно как 1:6…1:4. Этого достаточно для обеспечения механической прочности лопастей при перемешивании. Толщина лопастей должна обеспечивать ей необходимую жесткость на изгиб и составлять 5…10% от ширины. Зазор между лопастью и дном, должен быть минимальным, а между лопастью и боковой стенкой обечайки 1…3 мм около дна и в 3…5 раз больше вверху (см. рисунок 1.).

3) Уровень материала в емкости желательно выбирать в 1,5…2 раза больше чем ширина лопасти, т.к. при малом уровне очень большая часть дна емкости остаётся пустой (см. п. 1), а при большом уровне снижается эффективность перемешивания, т.е. в движении находятся только нижние слои материала, а верхние почти неподвижны.

4) Было отмечено, что если лопасти составляют с плоскостью дна угол отличный 90º перемешивание происходит лучше, а затраты энергии снижаются. Однако горизонтальное расположение тоже малоэффективно. Наилучше сочетание эффекта перемешивания и затрат энергии удаётся добиться при угле от 20º до 45º (см. рисунок 1).

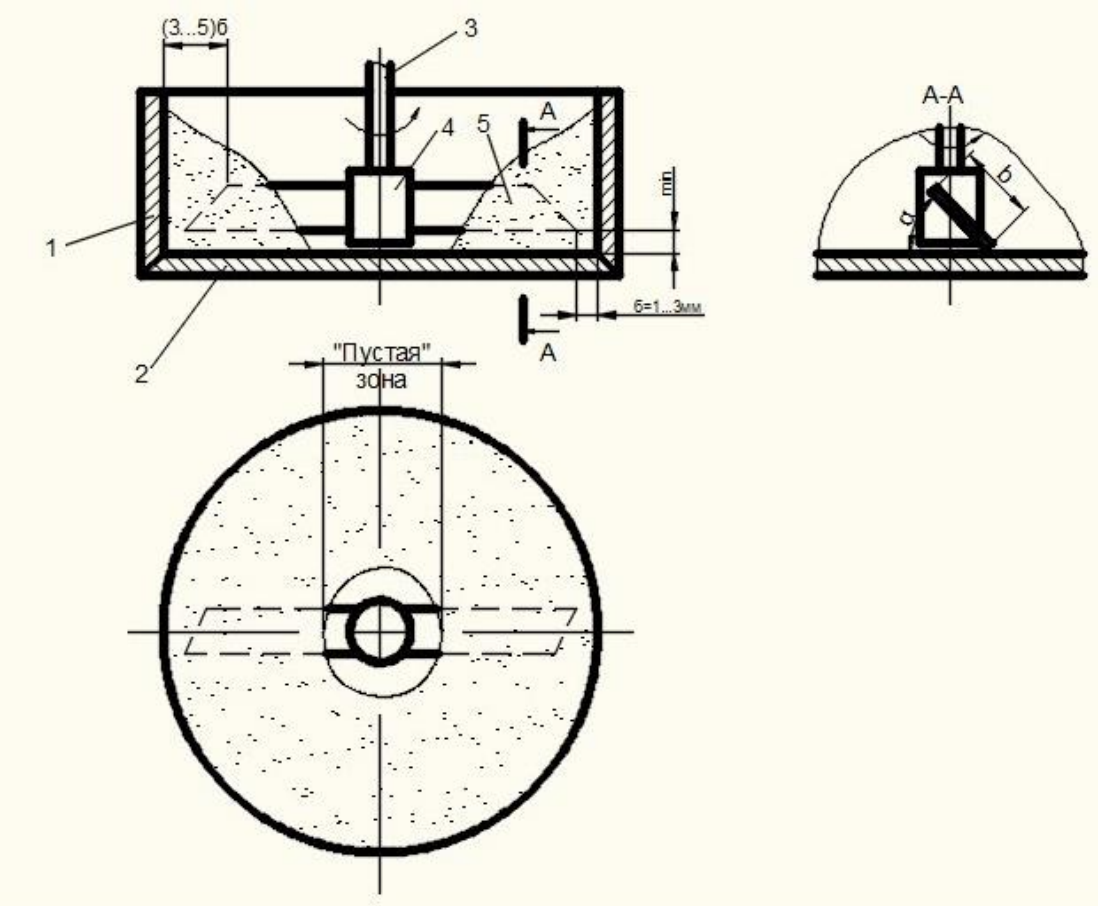


Рисунок 1 – Характеристики мешалки

1 – цилиндрическая обечайка; 2 – плоское дно; 3 – вал мешалки;
4 – ступица мешалки; 5 – лопасти.

В дальнейшем планируется провести более детальные исследования по определению влияния этих и других факторов на затраты энергии и качество перемешивания.

Список литературы

1. Осипов А.А.. // Дозирование и смешивание сыпучих материалов: краткий обзор российских научных исследований // Осипов А.А., Першина С.В. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.
2. Черкасов Р.И.. // Оценка качества смешивания сыпучих материалов с различным размером фракций // Черкасов Р.И., Адигамов К.А., Воронин В.В., Гапон Н.В., Сизякин Р.А. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2.
3. Бородулин Д.М.. // Интенсификация процесса смешивания в центробежных аппаратах непрерывного действия для получения смесей, используемых в нанотехнологиях // Бородулин Д.М., Иванец В.Н., Сухоруков Д.В. // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 12-2. – С. 252-257.
4. Васин В.М. // Способы смешивания сыпучих материалов и математические модели потоков их частиц // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2010. – №1. – С. 9-18.
5. Ратников С.А.. // Взаимосвязь между параметрами дискретного дозирования и динамическими характеристиками смесителя // Ратников С.А., Шушпанников А.Б., Шушпанников Е.А., Иванец Г.Е. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2015. – №1. – С. 150-153.

УДК 681.51:637.1

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ ТВОРОЖКА «ТЁМА» НА ПРЕДПРИЯТИИ DANON

А. С. Яковлева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Производство творожной продукции процессом ультрафильтрации – один из наиболее эффективных методов его изготовления, так как является более экономичным по сравнению с другими методами и, что самое важное, позволяется максимально сохранять ценность продукта, а именно его биологические показатели.

Данный метод применяется на Кемеровском молочном комбинате DANON при производстве творожка «ТЁМА». Следует отметить, что данный комбинат отличается высоким уровнем использования современных технологий и автоматизированных систем.

Технологический процесс ультрафильтрации творога (рис. 1) на предприятии Danon осуществляется в соответствии с технологическим регламентом [2].

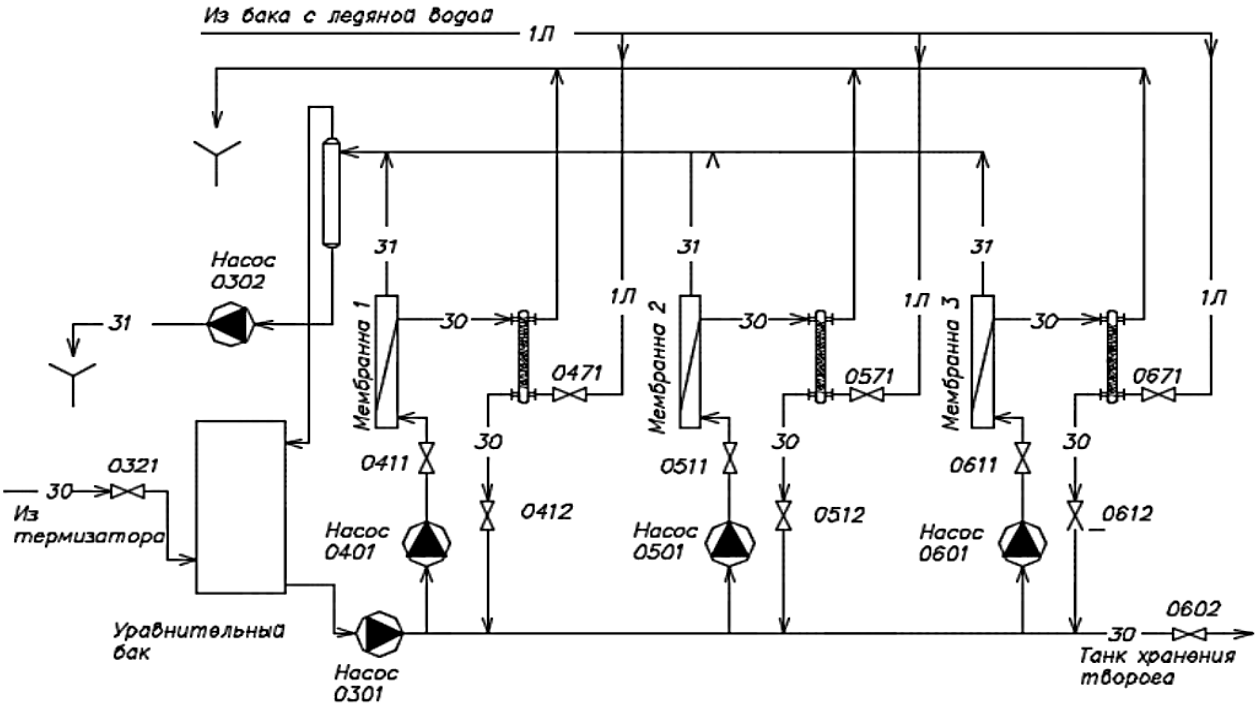


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса УФ творога

На данном предприятии процесс ультрафильтрации состоит из трех так называемых ступеней фильтрации творога, каждая из которых содержит:

- Полисульфоновую мембрану, в которой осуществляется процесс разделения продукта на творог и сыворотку;
- Теплообменник, служащий для поддержания регламентированной температуры продукта;
- Насос, который создает необходимое давление для прохождения продуктом через мембрану.

На участок ультрафильтрации продукт поступает из термизатора, охлаждаясь до температуры 45–55 °С. После продукт по маршруту, выстроенному клапанами, попадает в уравнительный бак. Когда наполненность уравнительного бака оказывается на минимально необходимом уровне заполнения (более 50 мм) включается насос 0301, который обеспечивает движение продукта. Затем происходит постепенное включение насосов 0401,

0501, 0601, которые подают продукт на 1–3 ступени ультрафильтрации. Движущей силой процесса УФ является разница давлений на входе и выходе мембраны.

После целевой продукт поступает в теплообменник для охлаждения до температуры 45–55 °С. И отправляется на следующую ступень. По завершении прохождения всех этапов продукт отправляют на хранение.

Важно следить за состоянием технологического оборудования в процессе, поскольку оно непосредственно влияет на качество продукции.

Автоматизированная система управления технологическим процессом УФ творога предназначена для решения задач контроля, защиты, сигнализации, автоматического регулирования основных и вспомогательных технологических параметров объекта.

Цели создания системы:

– увеличение выпуска целевого продукта максимального высокого качества;

– снижение временных, трудовых, энергетических ресурсов и как следствие себестоимости конечного продукта;

– Повышение гигиенического показателя продукта за счет минимизации человеческого фактора.

Автоматизированная система должна включать:

– сенсорный уровень: первичные преобразователи, исполнительные механизмы, автоматизированный электропривод (в т. ч. преобразователи частоты, пусковая и защитная аппаратура);

– контроллерный уровень: программируемые логические контроллеры (ПЛК);

– диспетчерский уровень: два автоматизированных рабочих места (АРМ) – основное и резервное с возможностью передачи данных в заводскую сеть;

– среду передачи данных, в том числе коммуникационное оборудование.

Для каждого уровня разрабатываются таблицы требований, предъявляемых к оборудованию, и лишь затем осуществляется их выбор. Выбор приборов для сенсорного уровня не вызывает в большинстве случаев затруднения, и замена какой-либо его единицы не принесет больших экономических и временных затрат для предприятия. К реализации верхних уровней требуется обеспечивать более глубокий подход, учитывающий также возможность развития и усовершенствования в дальнейшем, поскольку они являются более дорогостоящими и сложными в своей настройке.

В данной работе используется программируемый контроллер автоматизации от компании SIEMENS – SIMATIC S7-300, одним из его основных преимуществ является модульная конструкция, позволяющая изменять количество и конфигурацию его входных клем. Для реализации функций операторского управления и передачи данных от диспетчера к системе используется SCADA-система Trace Mode

Список литературы

1. Брусиловский, Л. П. Системы автоматизированного управления технологическими процессами предприятий молочной промышленности / Л. П. Брусиловский. – М. : Агропромиздат, 1986. – 232 с.

2. Технологический регламент производства биотворога «ТЕМА», обогащенного бифидобактериями, для детского питания, DANON.

УДК 613.2:621

НАТУРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА И ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И ГАЗА

Р. Г. Яненков, И. Ю. Сергеева, Д. М. Попов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время большая часть используемых в мировом хозяйстве топливных ресурсов не возобновляема. Решением данной проблемы является поиск и внедрение в сельское хозяйство альтернативных и возобновляемых видов топлива и энергии. В современных условиях развития науки имеется техническое обеспечение, позволяющее сделать такие производства рентабельными и используемыми не только в странах с теплым климатом, но и в странах с резко континентальными климатическими условиями, таких как Россия. Существующие на сегодняшний день технологии, такие как солнечные, ветряные, геотермальные, требуют дорогостоящего оборудования и определенного территориального местонахождения.

Основным источником сырья для производства биогаза является животноводство. Биогазовые установки необходимо размещать там, где хорошо развито сельское хозяйство, при этом затраты на применение установок для биогенераторов относительно небольшие. Важным аспектом является то, что производство биогаза относится к экологически чистому.

С этой целью представляет интерес разработка биогазовой установки и проведенные лабораторные работы по изучению химического состава пивной дробины и навоза. Данная часть моей установки собиралась из мультиварки и пластиковых труб. Внешне реактор похож на большую герметичную емкость, сверху которой установлен купол, то есть герметичная крышка, которая имеет шаровидную форму. В этом куполе, то есть в крышке, мною были установлены датчики давления, температуры и датчик газа. Мультиварка удобна тем, что в ней можно без лишних усилий создавать отверстия для подключения других элементов системы. Такой реактор можно с легкостью собрать своими руками с минимальными временными затратами.

При помощи этих датчиков можно следить за процессом брожения, регулируя соотношение выхода биогаза из данной биомассы и выводя правильную пропорцию добавления сырья. На данном этапе мною ведутся разработки бактериального семейства, способного работать в условиях суровой сибирской зимы (именно бактерии перерабатывают отходы) и увеличить объем выхода биогаза. Этому свидетельствуют проведенные опыты, которые приведены в таблице.

В отрасли пивоварения недостаточно решенным является вопрос утилизации отходов от технологических циклов, называемых вторичными сырьевыми ресурсами. Для пивоварения одна из главных проблем в этой области – утилизация пивной дробины. Без признаков порчи она может храниться около суток, после чего вследствие контаминации микроорганизмами происходит ее порча.

Объем получаемой дробины зависит от многих условий: качества и ассортимента перерабатываемых зернопродуктов, применяемой аппаратурно-технологической схемы. Так, например, при выработке 1 млн дал пива в год получается порядка 32 % дробины (к массе выпускаемого продукта).

В данный момент существует ряд способов утилизации пивной дробины. Наиболее распространенным является использование пивной дробины в качестве кормов для сельскохозяйственных животных и птицы (в нативном и консервированном виде).

Солодовая дробина – это результат отделения жидкой фазы – пивного сусла – в процессе фильтрации затора. В свою очередь дробина представляет собой смесь жидкой и твердой фаз в примерном соотношении 4:6. Твердая фаза дробины содержит оболочки и нерастворимую часть перерабатываемых зернопродуктов. Состав дробины напрямую

зависит от качества солода, количества несоложенного сырья, а также сорта пива. Протеин дробины содержит значительное количество таких аминокислот, как лизин, метионин, цистин. Зола представлена как макро- (кальций, фосфор, калий и пр.), так и микроэлементами (цинк, марганец, кобальт и др.). В дробине содержатся витамины группы В. Богатый белковый, минеральный и витаминный состав пивной дробины обусловливает ее применение в разных отраслях народного хозяйства, особенно в биотехнологиях с использованием микроорганизмов.

Пивоваренные заводы экономически заинтересованы в утилизации пивной дробины. Особенно в весенне-летний период, когда она подвергается усиленному разложению с большим спектром неблагоприятных эффектов. Следовательно, пивоваренным заводам РФ экономически нецелесообразно направлять пивную дробину на свалку. Решение очевидно – такие отходы следует перерабатывать самостоятельно или организовать продажу другим организациям. В условиях российской действительности последний вариант наиболее предпочтительнее. Однако найти потенциальных покупателей достаточно сложно. Причины – незнание полного возможного спектра использования дробины, недостаточная технолого-техническая оснащенность и российский менталитет. При имеющихся масштабах рациональное использование отходов и побочных продуктов позволит получить не только ощутимый доход переработчику этих отходов, но и обеспечить экологическую безопасность. Сложившаяся ситуация актуально требует решения вопроса утилизации многотонных отходов пивной дробины [1].

В связи с тем, что цены на нефть и газ подвержены волатильности, предприятия по производству пива могут использовать пивную дробину в качестве источника энергии. Это позволит компенсировать более половины их потребности в энергии. Небольшие капиталовложения относительно быстро амортизируются быстрорастущими затратами на энергоснабжение.

Получать энергию из пивной дробины можно несколькими способами: путем ее газификации, пиролиза (с образованием кокса, метанола, смолы и газов, в частности H_2, метана и этилена и т. д.), переработки на спирт, непосредственного сжигания или получения биогаза. Самым распространенным способом является получение биогаза или непосредственное сжигание пивной дробины. Теплота сгорания пивной дробины влажностью около 81 % составляет 3450 кДж/кг, т. е. она обладает такой же теплоотдачей, как бурый уголь. Для сжигания пивной дробины требуется температура более 850 °С. Перед сжиганием влажность пивной дробины необходимо снизить до 60 % (на фильтр-прессах) с повышением теплоты сгорания до 7260 кДж/кг. Для повышения теплоты сгорания до 16 320 кДж/кг нужно высушить дробину до влагосодержания порядка 10 %. Благодаря этому уменьшается стоимость подготовки пивной дробины к использованию в качестве топлива.

Дробину сжигают в обычных угольных котлах, в специальных котлах-утилизаторах или в печах для сжигания биомассы. Использование увеличенной подачи воздуха при сжигании дробины способствует снижению степени загрязнения окружающей среды продуктами горения.

При получении биогаза отработанную пивную дробину (самостоятельную или с внесением остаточных пивных дрожжей) после измельчения, ферментации и разбавления подвергают периодическому или непрерывному аэробному, или анаэробному сбраживанию, используя при этом метанобразующие микроорганизмы. Полученный биогаз применяют для собственных нужд пивоваренного производства (обогрева оборудования) либо для выработки электроэнергии [2].

Нами ведутся исследования по разработке схемы получения биогаза. При этом сырьем служит смесь продуктов метаболизма сельскохозяйственных животных и отходов пищевой промышленности, в частности, пивной дробины. Для определения основных показателей, был взят образец нативной пивной дробины с мини-пивоваренного предприятия (г. Кемерово). Результаты представлены в таблице:

Наименование показателей	Значения показателей	
	образец, полученный с мини пивоваренного предприятия	требования, принятые в пивоваренной отрасли
Влажность, %	86,89±0,05	не более 88,00
Содержание общего экстракта, %	1,97±0,02	1,50-2,00
Содержание вымываемого экстракта, %	1,29±0,02	0,50-0,70
Содержание не вымываемого экстракта, %	0,84±0,02	0,80-1,20

Показано, что содержание вымываемого экстракта имеет завышенное значение. Это можно объяснить отсутствием отварочного способа затирания зернопродуктов на предприятии, а также недостаточной промывкой дробины. С точки зрения пивоварения это явление нежелательно. Необходимо более тщательно промыть дробину для более полного извлечения экстрактивных веществ и использовать промывные воды для следующего затора или внести в сусловарочный котел.

Однако, с учетом использования пивной дробины в технологии биогаза, данный показатель обеспечит более высокий выход готового продукта. Главная особенность моего проекта заключается в том, что для отопления и электроснабжения коровника будет использоваться альтернативный источник энергии – биогаз, полученный от продуктов жизнедеятельности животных отходы сельского хозяйства, пивной дробины и свекольной ботвы, что повысит выход биогаза и станет вполне возможным применение установок в северных районах нашей страны в условиях низких температур.

Список литературы:

1. Экологические аспекты использования отходов пивоварения / С. В. Долгушина [и др.] // Пиво и напитки. – 2003. – № 2. С. 28–29.

2. Пехер, К. П. Тепловая утилизация пивной дробины – экономически выгодное использование экологически чистого источника энергии / К. П. Пехер // Пиво и напитки. – 2006. – № 5. – С. 64–65.

3. С. В. Кононенко, Н. П. Ледин, Е. Л. Мурадова. 2013 г.

УДК 681.3.06

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

А. А. Ярошик, Е. Н. Карнадуд
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время компьютерное зрение – это перспективное направление автоматизации различных процессов с помощью компьютерных технологий и робототехники. Данная дисциплина направлена на классификацию объектов на двумерном изображении, формируемом с помощью видеопотока. В частности, такими объектами распознавания в современных смартфонах являются лица людей. С помощью набора шаблонов (примитивов Хаара) алгоритмы компьютерного зрения должны уметь находить лицо на фотографии и не путать его с настенными часами или фикусом на подоконнике. Казалось бы, простая задача для человека, оказывается не такой простой для компьютера. При обучении каскада классификации какого-либо объекта непременно возникает проблема ложных срабатываний, которые нужно исключить для обеспечения стабильной работы используемых алгоритмов. Разработанное на основе библиотеки компьютерного зрения *OpenCV* и написанное на языке *C++* программное обеспечение позволяет дать качественную оценку обнаружения объектов.

Основополагающим алгоритмом распознавания является разработанный еще в 2001 году метод Виолы – Джонса [1], реализующий принципы:

- интегрального представления изображения для быстрого вычисления объекта;
- использования признаков Хаара, с помощью которых происходит поиск нужного объекта (в данном контексте, лица человека);
- бустинга (от англ. *boost* – улучшение, усиление) для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения;
- передачи признаков на вход классификатора, который дает результат «верно» либо «ложь»;
- использования каскадов признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо.

Алгоритмы компьютерного зрения для своей работы используют пиксели. Изображение представляет собой двумерную матрицу, которая представлена в виде класса *Mat*. Каждый элемент матрицы представляет собой один пиксель. Функция *resize()* задает вводимые пользователем размеры изображения, которое будет отображено на экране при запуске программы. При этом разрешение выводимого изображения не может быть увеличено, то есть если пользователь в аргументе *Size(width,height)* функции *resize()* укажет бóльший размер в пикселях, чем он есть на самом деле, то программа отобразит изображение при номинальных параметрах, поскольку при «растягивании» картинки теряется качество и работа каскада с такими файлами станет невозможной.

Алгоритмы компьютерного зрения просчитывают пиксели изображений серого цвета, поэтому возникает необходимость их преобразования из текущего цветового пространства (например, *RGB*) в другое, пространство градации серого (или серая шкала) [2]. Цветное *RGB* изображение, построенное из трех независимых уровней цветовых каналов (красного, зеленого и синего) разбивается на три соответствующие этим каналам эквивалентные изображения в оттенках серого. Серая шкала использует на каждый пиксель один байт информации и таким образом передает 256 оттенков (градаций) серого цвета, или яркости (значение 0 представляет черный цвет, а значение 255 – белый). Таким образом, просчитывая интенсивность каждого пикселя и его окрестности можно определить, например, характерную для лица человека область глаз (которая темнее) и переносицы (она наоборот – светлее), используя упомянутые выше примитивы Хаара. Реализуется такое преобразование посредством функции *cvtColor()*.

Рисунок 1 – Распознавание лица с помощью примитивов Хаара

Для обнаружения объектов на изображении используется класс *CascadeClassifier* [3], объявленный как глобальная переменная. Для его использования необходимо:

- загрузить необходимый файл-классификатор с расширением *.xml*, содержащий результаты обучения каскадов и предназначенный для поиска определенного вида объекта (например, *haarcascade_smile* – для обнаружения улыбки; *haarcascade_eye* – для обнаружения глаз и т.д.).
- использовать функцию *detectMultiScale()*, выполняющую поиск объектов, несмотря на их неодинаковые размеры на изображении. Для этого используется метод сканирующего окна, последовательно двигающегося по изображению с шагом в одну ячейку окна (например, размер окна 25x25 ячейки при разрешении фотографии 600x600). При сканировании изображения в каждом окне вычисляется приблизительно 200 тыс. вариантов расположения признаков, за счет изменения масштаба признаков и их положения в окне сканирования.

Данное программное обеспечение позволяет оценить качество работы алгоритмов компьютерного зрения по изображению, а не по видеопотоку. Такой подход позволяет учесть все результаты: как верные срабатывания, так и ложные, чтобы было возможно составить статистические выкладки и по ним делать конкретные выводы о достигнутых результатах. Использование видеопотока для таких целей весьма затруднительно, поскольку объекты на изображении могут перемещаться, менять свой ракурс, и пользователь может не успеть зафиксировать срабатывание алгоритмов в тот или иной момент времени.

Для упорядоченного представления анализируемых изображений используется функция *glob()*, считывающая все файлы, находящиеся в указанной директории. Аргумент этой функции типа *string* задает путь к корневой папке, хранящей изображения. Загружаются изображения с помощью функции *imread()*, которая может работать с файлами в форматах *.bmp, .jpg* и др. Также данная функция позволяет представить изображения в виде интенсивностей цвета (серая шкала), для чего необходимо указать соответствующий аргумент для *imread()*. Отобразить изображения в пользовательском окне при выполнении программы позволяет функция *imshow()*. Если окно было создано с флагом *CV_WINDOW_AUTOSIZE*, изображение отображается в его первоначальным размере, однако оно может быть ограничено разрешением монитора. Это может вызвать сложности при работе, поэтому для масштабирования изображения с окном необходимо указать нулевое значение данной переменной.

Список литературы

1. Nikolay Naumov. Метод Виолы – Джонса (Viola-Jones) как основа для распознавания лиц [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://habrahabr.ru/post/133826/.

2. Wikipedia, the free encyclopedia. Grayscale [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Grayscale.

3. OpenCV 2.4.13.6 documentation. Cascade Classifier. URL: https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/objdetect/cascade_classifier/cascade_classifier.html.

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Агафонова Т. Н., Асякина Л. К.
ЖМЫХ КЕДРОВОГО ОРЕХА КАК ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВОГО ИЗОЛЯТА. 3

Алексеева А. А., Гордеева Л.А.
ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ К ГЛУТАМАТУ 5

Архипов Л. О., Донецких А. Г.
ПРИМЕНЕНИЕ «ЛАВИТОЛА» ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КУСКОВЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ СВИНИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ..... 7

Bashckirtseva N. A., Chaplygina O. S.
APPLICATION CHARACTERISTICS OF SILVER NANOPARTICLES AS DISINFECTIVE MEANS 12

Валегжанина А. Ю., Рензяева Т. В.
КУКУРУЗНАЯ МУКА В ТЕХНОЛОГИИ СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ 14

Васильев Д. А.
СУХОЕ ОХМЕЛЕНИЕ В ПИВОВАРЕНИИ 18

Гатауллина А. Р., Канарская З. А., Канарский А. В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗИДИОМИЦЕТНЫХ ДРОЖЖЕЙ TRICHOSPORON PULLULANS ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ 20

Gosteva A. I., Lapshina A. V.
PROSPECTS OF PLASTIC PROCESSING DEVELOPMENT 23

Гутов Н. Ю., Юрташкина А. В.
ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ЦЕЛЬЮ ОБОГАЩЕНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ 26

Дементьева У. С., Розалёнок Т. А.
УСКОРЕНИЕ РОСТА РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА..... 31

Жидкова А. А.
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ..... 33

Заказова А. А., Иванов В. В.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА И РЕЦЕПТУРЫ ПЕСОЧНОГО ВЫЕМНОГО ПЕЧЕНЬЯ..... 35

Крюк Р. В., Иванов В. В.
О ВЛИЯНИИ МЕХАНОАКТИВАЦИИ ВОДЫ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕСТА 39

Крюк Р. В., Шарифов М. Б.
ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ ТОМАТОВ 42

Р. В. Крюк, С. В. Глушак
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА ВАФЕЛЬНОГО..... 45

Р. В. Крюк, С. Н. Подболотский
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕСТА 47

Марченко М. В., Варламов Д. А., Розалёнок Т. А.
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТОВ КЛАСТЕРНОГО СЕРЕБРА
НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРООРГАНИЗМОВ 51

Моисеенко А. А., Иванов П. П.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ВИБРАЦИОННОЙ НАСАДКИ
НА КИНЕТИКУ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ЗАМОРОЖЕННЫХ
ПЛОДОВ РЯБИНЫ КРАСНОЙ 53

Прилипко А. В., Иванов В. В.
О ВЛИЯНИИ ВОДА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ПОДГОТОВКИ МУКИ ВОДЫ
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОДЫ ПРОЦЕССЫ ВОДА И КАЧЕСТВО ВОДЫ ХЛЕБА 56

Рензяев А. О., Карцев Е. Г., Чикалдин Р. С., Аманбек А. А.
СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН РАПСА В ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ
МАСЕЛ 60

Смирнова А. В., Тихонова Н. В.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОК
ДЛЯ МЯСНОЙ ИНДУСТРИИ 64

Фокина А. Д., Розалёнок Т. А.
КОЛЛОИДНОЕ СЕРЕБРО: ОСОБЕННОСТИ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ 68

Чаплыгина Т. В., Мальцева О. М., Антошкина А. В., Антошкина М. В.
УВЕЛИЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ОВОЩЕЙ
UV-ОБЛУЧЕНИЕМ 70

Щукина Д. Д., Каширских Е. В., Бабич О. О.
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ
В РОССИИ 73

Юсупова А. М., Канарская З. А., Канарский А. В.
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПСИХРОТОЛЕРАНТНЫХ
ДРОЖЖЕЙ В БИОТЕХНОЛОГИИ 76

Яремчук Е. В., Рензяев О. П.
ГРЕЧНЕВАЯ МУКА В ТЕХНОЛОГИИ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ 80

ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ. АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ

Алдаматов Н. Э., Гринюк А. Н.
ОХЛАЖДЕНИЕ МЯСА КРОЛИКА СНЕГООБРАЗНЫМ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА
ПРИ ЕГО ТРАНСПОРТИРОВКЕ В ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННОМ КОНТЕЙНЕРЕ 84

Александров С. Г.
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ОДНОКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСПЛАВЛЕННОЙ СЕРЫ В СБОРНИКЕ ЧИСТОЙ СЕРЫ 89

Аржакова Ю. Г.
АНАЛИЗ ЛОГОТИПОВ КЕМЕРОВСКИХ МЕБЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ 91

Ахмедова А. А., Шевцова Т. Г.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ 94

Батенко А. В., Сухоруков Д. В.
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ 96

Башлыков М. В., Неверов Е. Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ РЫБЫ В СРЕДЕ «ВОДНЫЙ ЛЕД + СНЕГООБРАЗНЫЙ ДИОКСИД УГЛЕРОДА» 98

Борисов А. А., Макарова О. С., Потапова Е. А.
ПОЛУЧЕНИЕ СУХИХ БЕЛКОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СМЕСИТЕЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ 102

Босняк Е. С., Шевцова Т. Г., Третьякова Н. Г.
СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКОГО ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ 105

Босняк Е. С., Шевцова Т. Г.
ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ КАК ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 108

Бочаров М. А.
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ 110

Брюханов М. А.
ОСОБЕННОСТИ ВАКУУМНОЙ СУШКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 112

Васильев Д. С.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА ПОДАЧИ ГЕРМЕТИЧНЫХ ПОРШНЕВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ 114

Газизова К. А.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ РАСТОПЛЕННОГО ЖИРА С ЖИРОТОПА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КРЕМА 119

Головачева Я. С.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ УПАКОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗАВЕРТКИ КОНФЕТ 121

Grishchenko V. V.
ADVANTAGES OF BIOTECHNOLOGICAL METHODS OF WATER PURIFICATION 124

Дементьева Е. В.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИЕМА И ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭФИРОВ НА ООО «ХИМПРОМ» 126

Демченко К. Э.
РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА СЕРИИ УПАКОВОК ДЛЯ ВИСКИ ТОРГОВОЙ МАРКИ «ASHFORD EMERALD» 128

Денисов Д. А., Чупин А. В.
СХЕМА СЕНСОРНОГО АНАЛИЗА КАЧЕСТВА СЫРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАТИСТИКИ И НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ 131

Дышлюк Е. Н.
СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖИДКИХ СРЕД ПРИ ИХ ОБРАБОТКЕ МЕМБРАННЫМИ МЕТОДАМИ 133

Жолдасбаев Е. Б.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТБЕЛКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА НА АО «ЕВРАЗИАНФУДС» 135

Захарова Е. С.
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ДИЗАЙНА ПОДАРОЧНОЙ УПАКОВКИ ДЛЯ ШОКОЛАДНЫХ КОНФЕТ «СВОЯ МАРКА» 137

Зорина Т. В., Шушпанников Е. А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РАЗБАВЛЕНИЯ ПРИ СМЕШИВАНИИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ 140

Имангалиева Ж. К.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ТВОРОГА 143

Камчыбекова Н. К., Сухоруков Д. В.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАВЕРТОЧНЫХ МАШИН С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ И ВЕРТИКАЛЬНЫМ РОТОРОМ ДЛЯ ЗАВЕРТКИ КАРАМЕЛИ 146

Карнадуд К. Н., Ведерников А. В., Голубовский Я. М., Федосенков Б. А.
ВРЕМЯ-ЧАСТОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ДЕМПФИРОВАНИЯ ПАРАЗИТНЫХ АТОМОВ 148

Каурова Н. О.
РАЗРАБОТКА СЕРИИ ЭТИКЕТОК ДЛЯ ШАМПУНЯ ТОРГОВОЙ МАРКИ «ЛУГОВЬЕ» 153

Кахоров А. А., Усмонов М. Х.
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН САФЛОРА.....157

Киселев Д. И.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СМЕСИТЕЛЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МУЧНЫХ СМЕСЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....161

Киселева Е. А.
АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ АНАЛОГОВ ДЕТСКИХ УГОЛКОВ.....165

Клопова К. В., Бородулин Д. М., Вечтомова Е. А.
СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ СОЗРЕВАНИЯ ВИСКАРНОГО НАПИТКА ЗА СЧЕТ ВОЗДЕЙСТВИЯ КИСЛОРОДА 168

Kovalenko M. V., Dournev V. S., Fedosenkov B. A.
ESTIMATION OF CONTROLLABILITY AND OBSERVABILITY FOR A SYSTEM.....172

Кондрат А. О., Тошев Х. А., Пачкин С. Г.
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КАРТОНА НА ООО «КУЗБАССКИЙ СКАРАБЕЙ».....175

Коротких П. С., Новиков Е. В.
ЗАМОРАЖИВАНИЕ МЯСА ИНДЕЙКИ В АППАРАТЕ С РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА 178

Костина В. В., Шалев А. В.
РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ПЭТ-БУТЫЛКИ И ДИЗАЙНА ЭТИКЕТКИ ДЛЯ ПИВА 182

Кравченко В. П., Дышлюк Е. Н.
ИЗУЧЕНИЕ ПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ЭМУЛЯТОРА ПЕЧИ ЭП10.....184

Кургачев А. А., Шевцова Т. Г.
О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ В КОЛОННЕ СИНТЕЗА АММИАКА.....186

Кургачев А. А., Шевцова Т. Г.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛОННЫ СИНТЕЗА АММИАКА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....189

Куриловская О. В., Иноземцева А. Н.
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПИВНЫХ НАПИТКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ КУЗБАССА.....194

Кутузова А. Ю.
ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ.....196

Ливанович Д. А., Ливанович А. В.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НАПИТКОВ ВЫСОКОЙ ВЯЗКОСТИ.....199

Ляховский В. Г., Иванов П. П.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ ЭКСТРАКТОРОМ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗАМОРОЖЕННОЙ РЯБИНЫ КРАСНОЙ 201

Миленький И. О.
ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ОХМЕЛЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА 203

Миленький А. В., Андреев В. Б.
ДИЗАЙН УПАКОВКИ ШОКОЛАДНЫХ КОНФЕТ КАК ЭЛЕМЕНТ РЕКЛАМЫ 207

Митрофанова Е. В.
ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА СУШКИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ.....211

Моисеев Д. С.
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ.....213

Морозова Т. Г.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ПРИ САХАРОПРОИЗВОДСТВЕ 216

Мороко Ф. Н.
ОБЗОР СПОСОБОВ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТА.....221

Непомнящая Т. И., Бородулин Д. М., Доня Д. В., Невская Е. В.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ СУХОЙ ЗАКВАСКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....224

Никитенко Я. Г., Бородулин Д. М., Носовец М. А.
ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СУСЛОВАРОЧНОГО АППАРАТА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВИСКАРНОГО СУСЛА.....229

Новиков А. В.
ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТОВ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ.....231

Новиков Е. В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМОРАЖИВАНИЯ МЯСА ИНДЕЙКИ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА.....233

Нужденко А. Ю.
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ.....237

Онюшев М. В., Ермолаев В. А.
ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА ПРИ ПОНИЖЕННОМ ДАВЛЕНИИ 239

Павлов А. А., Короткий И. А.
КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ. РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ВЫМОРАЖИВАНИЕ БЕРЕЗОВОГО СОКА 242

Паев В. Д., Тыллаваев Ш. Р., Пачкин С. Г.
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ НА РАЗНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОНТРОЛЛЕРАХ.....245

Перепрыгин Е. А., Рафалович И. С.
СУШКА КАК СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 248

Пермякова Е. В., Баходуров Х. А.
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА 252

Петушкова А. И.
РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА ТАРЫ И ЭТИКЕТОК ДЛЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ГАЗИРОВАННОГО НАПИТКА 255

Пискунов С. Л., Козлов А. А., Пачкин С. Г.
ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ ЛИФТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ 257

Плотникова И. О., Иванова А. А., Коняев А. В., Плотников К. Б., Азимджонов Ф. М.
ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЛУЧАЕМЫХ ГРАНУЛ В УПРАВЛЯЕМЫХ СЕГРЕГИРОВАННЫХ ПОТОКАХ.....260

Попов А. В.
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И АНАЛИЗ ОДНОКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОГО МАСЛА В МАСЛООХЛАДИТЕЛЯХ 263

Попова А. В., Лысак Е. В.
ОСОБЕННОСТИ ВАКУУМНОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТОВ 265

Постников Я. Л.
ВЫБОР И АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ НА ПАО ЦОФ «БЕРЕЗОВСКАЯ» 267

Потапова М. Н., Шулбаева М. Т., Комаров С. С.
БАРАБАННЫЙ СМЕСИТЕЛЬ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОДВЕДЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ВИБРАЦИИ.....269

Равнюшкин Е. А., Ермолаев В. А.
АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЯГКИХ СЫРОВ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ 273

Радченко А. А., Соломенцев А. А.
РАЗРАБОТКА АППАРАТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЗКИХ НАПИТКОВ 278

Расулла Д.
АНАЛИЗ УПАКОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХРУПКИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 280

Ратников С. А., Сухоруков Д. В., Вагайцева Е. А.
ПРИМЕНЕНИЕ СПИРАЛЬНЫХ ДОЗАТОРОВ ДЛЯ СМЕШИВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ 282

Редькин А. Д.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВЛАГИ В ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 286

Родин Д. Ю.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 289

Романенко С. В., Кумачёва Ю. С.
БЫТОВЫЕ ДИСТИЛЛЯТОРЫ 291

Садиев Н. И., Чупин А. В.
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ АБСОРБЦИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА.....296

Сазонова Е. К.
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ В АППАРАТАХ С ОТВОДОМ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО СЛОЯ 298

Селезнева А. Б., Плотников И. Б.
ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРЕХА КЕДРОВОГО 301

Semikov L. V., Mazourik V. V., Fedosenkov B. A.
CALCULATION AND ANALYSIS OF THE SINGLE-LOOP AUTOMATIC SYSTEM FOR CONTROLLING SYRUP TEMPERATURE IN A HEAT EXCHANGER.....303

Серов Р. Х.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ АЗОТА ДЛЯ СИНТЕЗА АММИАКА НА АО «АЗОТ» 307

Сидорин К. М.
СПОСОБЫ ОХМЕЛЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ.....309

Simikova A. A., Fedosenkov B. A.
DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR SYNTHESIZING A MODAL CONTROL SYSTEM.....312

Слобода А. Д.
РАЗРАБОТКА СЕРИИ УПАКОВОК ДЛЯ ШОКОЛАДНЫХ КОНФЕТ ТОРГОВОЙ МАРКИ «МАЙЯ» 315

Слуянова И. В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯГОД ЖИМОЛОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ 317

Солдатова Е. А.
РАЗРАБОТКА ФИРМЕННОГО СТИЛЯ СЕМЕЙНОГО КАФЕ «КАК ДОМА» 319

Сорокопуд А. Ф., Игушов Н. В.
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПЛОДОВ ЖИМОЛОСТИ В ВИБРАЦИОННОМ АППАРАТЕ 322

Сошнянин О. С., Усов А. В.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАВНОВЕСНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОСТАТИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ.....328

Спатаров Д. М., Котляров Р. В.
ПОДКЛЮЧЕНИЕ РЕГУЛЯТОРА ТРМ-251 К ОРС-СЕРВЕРУ И SCADA-СИСТЕМЕ.....330

Строкольский А. М.
АНАЛИЗ ЛОГОТИПОВ РОССИЙСКИХ БРЕНДОВ СОКА 332

Султакаева С. М., Широкова А. С.
ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСВЕЩЕННОСТИ.....334

Султанов У. С., Котляров Р. В.
БЕСПРОВОДНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАГРУЗКОЙ В СЕТИ 336

Торгулькин В. В., Шутков А. А., Карнадуд Е. Н., Голубева В. Р.
ПРОГРАММА СОЗДАНИЯ ВЫБОРКИ ФОТОГРАФИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ КАСКАДА ХААРА.....338

Тошев Х. А., Пачкин С. Г.
АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗРЕВАНИЯ СЫРОВ.....340

Тузовская А. А.
ДИЗАЙН – ПРОЕКТ УПАКОВКИ ПИВА ТОРГОВОЙ МАРКИ «ПАСТЫРЬ».....342

Тыллаваев Ш. Р., Паев В. Д., Пачкин С. Г.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ В СРЕДЕ CODESYS.....345

Усов А. В., Патраков Р. В., Моисеев Д. С.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЗИРОВАННОГО МОРОЖЕНОГО «ЛЬДИНКА» ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ В ЖИДКОМ АЗОТЕ.....348

Успенская А. И.
УЧЕБНЫЙ СТЕНД «СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛИВА НА УЧАСТКАХ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ».....351

Ушакова А. С., Просин М. В., Васильченко Н. В.
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ СУХОФРУКТОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА С ВИБРАЦИОННОЙ НАСАДНОЙ 353

Федоров Д. Е.
ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ 356

Хайбулин Д. Р., Торгулькин В. В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OPC-СЕРВЕРА ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРА
ОВЕН ПЛК150 К SCADA-СИСТЕМЕ TRACE-MODE.....361

Хохряков А. В., Зеленов Д. А.
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТОВ
ВАКУУМНОЙ И СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ 363

Чалик К. А.
РАЗРАБОТКА СЕРИИ УПАКОВОК ДЛЯ ЧАЯ ТОРГОВОЙ МАРКИ
«VINTAGE TEA» 365

Чернов Д. В.
ОПИСАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИОСКОПИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР
РАСТВОРОВ ЛАКТОЗЫ МОНОГИДРАТА 368

Шахобидинов Б. Б., Гринюк А. Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СНЕГООБРАЗНОГО
ДИОКСИДА УГЛЕРОДА 371

Шуваев Р. Е., Карнадуд Е. Н.
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ:
КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДИКА ПОДБОРА.....375

Шепиева Б. М., Бородулин Д. М., Шулбаева
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ ЗЛАКОВЫХ
КУЛЬТУР ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТАЛКАНА.....377

Шутков А. А., Торгулькин В. В., Карнадуд Е. Н., Голубева В. Р.
ПРОГРАММА КОНТРОЛЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ КАСКАДА ХААРА 381

Юсупов Ж. Ф.
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ ПРИ ПЕРЕМЕШИВАНИИ
СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ.....383

Яковлева А. С.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ ТВОРОЖКА «ТЁМА»
НА ПРЕДПРИЯТИИ DANON 385

Яненков Р. Г., Сергеева И. Ю., Попов Д. М.
НАТУРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА И ПРИМЕНЕНИЕ
ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И ГАЗА.....387

Ярошик А. А., Карнадуд Е. Н.
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ.....390

ЛР №020524 от 02.06.97.
Формат 60x90$^{1/8}$
Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Уч.-изд. л. 50,25. Тираж 300 экз.
Заказ № 67

ПЛД №44-09 от 10.10.99.
Отпечатано в лаборатории множительной техники
Кемеровского государственного университета
650000, г. Кемерово, ул. Мичурина, 13 А