

ISSN 2414-9845 (Online)
ISSN 2410-0242 (Print)



ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

Том 10

№ 3

2023

Научно-теоретический и практический журнал

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 10, № 3, 2023

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

Д. И. Фролов, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Зам. главного редактора

А. А. Курочкин, д-р техн. наук, профессор
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Редакционная коллегия:

- А. М. Зимняков**, канд. хим. наук, доцент
Пензенский государственный университет,
Пенза, Россия;
- В. М. Зимняков**, д-р экон. наук, профессор
Пензенский государственный аграрный
университет, Пенза, Россия;
- А. И. Купреенко**, д-р техн. наук, профессор
Брянский государственный аграрный университет,
Брянск, Россия;
- В. И. Курдюмов**, д-р техн. наук, профессор
Ульяновская государственная сельскохозяйственная
академия имени П. А. Столыпина, Ульяновск, Россия;
- О. Н. Кухарев**, д-р техн. наук, профессор
Пензенский государственный аграрный
университет, Пенза, Россия;
- В. А. Милюткин**, д-р техн. наук, профессор
Самарский государственный аграрный
университет, Кинель, Россия;
- В. Ф. Некрасhevich**, д-р техн. наук, профессор
Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия;
- А. Н. Омаров**, канд. техн. наук, доктор философии
Западно-Казахстанский инновационно-
технологический университет, Уральск, Казахстан;
- С. В. Чекайкин**, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия;
- Г. В. Шабурова**, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Адрес редакции:

Фролов Дмитрий Иванович
г. Пенза, ул. Антонова, д.26 к.209
E-mail: surr@itit58.ru, surr@bk.ru
Сайт: <https://itit58.ru>
Издается 4 раза в год

Журнал «Инновационная техника и технология»
индексируется в РИНЦ (<http://www.elibrary.ru>),
Google Scholar, ICI World of Journals,
DOAJ (<https://doaj.org/toc/2410-0242>), AGRIS.

© Фролов Д. И., 2023

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Volume 10, Issue 3, 2023

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

D. I. Frolov, candidate of technical sciences,
associate professor
Penza State Technological University, Penza, Russia

Deputy-chief editor

A. A. Kurochkin, doctor of technical sciences, professor
Penza State Technological University, Penza, Russia

Editorial board members:

- A. M. Zimnyakov**, cand. of chemical sciences,
assoc. professor
Penza State University, Penza, Russia;
- V. M. Zimnyakov**, doctor of economic sciences,
professor
Penza State Agrarian University, Penza, Russia;
- A. I. Kupreenko**, doctor of technical sciences,
professor
Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russia;
- V. I. Kurdyumov**, doctor of technical sciences, professor
Ulyanovsk State Agricultural Academy
in honor of P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia;
- O. N. Kuharev**, doctor of technical sciences,
professor
Penza State Agrarian University, Penza, Russia;
- V. A. Milutkin**, doctor of technical sciences,
professor
Samara State Agrarian University, Kinel, Russia;
- V. F. Nekrashevich**, doctor of technical sciences, professor
Ryazan State Agrotechnological University
Named After P.A. Kostychev, Ryazan, Russia;
- A. N. Omarov**, cand. of technical sciences, PhD
West Kazakhstan Innovative
and Technological University, Uralsk, Kazakhstan;
- S. V. Chekaykin**, cand. of technical sciences,
associate professor
Penza State Technological University, Penza, Russia;
- G. V. Shaburova**, candidate of technical sciences,
associate professor
Penza State Technological University, Penza, Russia

The editorial office address:

Dmitry Ivanovich Frolov
Penza, st. Antonov 26-209
E-mail: surr@itit58.ru, surr@bk.ru
website: <https://itit58.ru>
Issued 4 times a year

“Innovative machinery and technology”
indexed in the RSCI (<http://www.elibrary.ru>),
Google Scholar, ICI World of Journals,
DOAJ (<https://doaj.org/toc/2410-0242>), AGRIS.

© Frolov D. I., 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Перспективы применения натуральных растительных обогатителей при производстве хлебобулочных изделий <i>Бодина М.А., Новикова, М.А., Гарькина П.К.</i>	5
Алгоритм разработки модели экструдата смеси семян расторопши и зерна пшеницы <i>Курочкин А.А., Шматкова Н.Н.</i>	10
Влияние вакуумно-гидротермической обработки на физические характеристики зерна кукурузы <i>Павлова Ю.А., Фролов Д.И.</i>	16
Использование порошка топинамбура в технологии производства макаронных изделий <i>Суркова Е.А., Пчелинцева О.Н.</i>	21
Изучение свойств модифицированного фосфором и глицином экструдированного крахмала <i>Таропин В.Н., Фролов Д.И.</i>	25
Исследование процесса сушки сельдерея методом псевдоожижения <i>Фролов Д.И., Полосина Е.И.</i>	32
Исследование влияния условий экструзии на свойства экструдата из смеси гречихи и кукурузы <i>Фролов Д.И., Юрна Д.А.</i>	38

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

К обоснованию конструктивных параметров аппарата для искусственного осеменения коров <i>Купреенко А.И., Исаев Х.М., Конопелькин А.А., Исаев С.Х.</i>	44
--	----

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Производство мёда в России <i>Зимняков В.М., Невитов М.Н.</i>	50
Системный подход к вопросу оценки конкурентоспособности предприятий питания <i>Курочкин А.А., Юрьев В.Ю.</i>	56

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

<i>Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей</i>	61
<i>Требования к оформлению статьи</i>	61

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

Prospects for the use of natural vegetable fortifiers in the production of bakery products <i>Bodina M.A., Novikova, M.A., Garkina P.K.</i>	5
Algorithm for developing an extrudate model of a mixture of milk thistle seeds and wheat grain <i>Kurochkin A.A., Shmatkova N.N.</i>	10
Influence of vacuum-hydrothermal treatment on physical characteristics of maize grain <i>Pavlova Yu.A., Frolov D.I.</i>	16
Use of topinambour powder in pasta production technology <i>Surkova E.A., Pchelintseva O.N.</i>	21
Study of properties of extruded starch modified by phosphorus and glycine <i>Taropin V.N., Frolov D.I.</i>	25
Investigation of celery drying process by fluidisation method <i>Frolov D.I., Polosina E.I.</i>	32
Investigation of the influence of extrusion conditions on the properties of extrudate from buckwheat and maize mixture <i>Frolov D.I., Yurna D.A.</i>	38

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

To substantiate the design parameters of the apparatus for artificial insemination of cows <i>Kupreenko A.I., Isaev H.M., Konopelkin A.A., Isaev S.H.</i>	44
---	----

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

Honey production in Russia <i>Zimnyakov V.M., Nevitov M.N.</i>	50
A systematic approach to the issue of assessing the competitiveness of food enterprises <i>Kurochkin A.A., Yuryev V.Yu.</i>	56

AUTHOR GUIDELINES

<i>The procedure for consideration, approval and rejection of articles</i>	61
<i>Article requirements</i>	61

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.681.1

Перспективы применения натуральных растительных обогатителей при производстве хлебобулочных изделий

Бодина М.А., Новикова М.А., Гарькина П.К.

Аннотация. Разработка хлебобулочных изделий с применением различных видов нетрадиционного сырья, различных витаминных комплексов, обогащением биологически активными веществами, обладающими лечебно-профилактическим действием и для создания новых продуктов питания является приоритетным направлением в области здорового питания населения.

Ключевые слова: порошок якона, кукурузный солод, хлебобулочные изделия функционального назначения, пищевая ценность, минеральный состав.

Для цитирования: Бодина М.А., Новикова М.А., Гарькина П.К. Перспективы применения натуральных растительных обогатителей при производстве хлебобулочных изделий // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 5–9.

Prospects for the use of natural vegetable fortifiers in the production of bakery products

Bodina M.A., Novikova M.A., Garkina P.K.

Abstract. The development of bakery products with the use of various types of non-traditional raw materials, various vitamin complexes, enrichment with biologically active substances with therapeutic and preventive effects and for the creation of new food products is a priority in the field of healthy nutrition of the population.

Keywords: yacon powder, corn malt, functional bakery products, nutritional value, mineral composition.

For citation: Bodina M.A., Novikova M.A., Garkina P.K. Prospects for the use of natural vegetable fortifiers in the production of bakery products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 5–9. (In Russ.).

Введение

Сегодня, активно развиваются исследования в области питания. Всё больше внимания уделяется поиску способов обогащения и улучшения качества хлеба и хлебобулочных изделий. Одна из таких инноваций – применение растительных обогатителей в процессе хлебопечения.

Растительные обогатители являются натуральными добавками, получаемыми из различных растений, таких как льняное семя, чиа, кунжут, овес, пшеница, ячмень, солод, гречиха. Растительное сырье отличается высоким содержанием полезных веществ, включая витамины, минералы, клетчатку и антиоксиданты. Такое разнообразие витаминов и минералов может способствовать укреплению

иммунной системы, улучшению функции пищеварительной системы и обеспечиванию организма энергией.

Опыт отечественных ученых в области исследования и применения растительного сырья в хлебопечении позволяет рассмотреть новые возможности и перспективы развития этой отрасли. Исследования доказывают, что использование растительного сырья в хлебопечении помогает увеличить срок годности продукта. Некоторые растительные компоненты являются естественными антиоксидантами, которые задерживают окисление хлеба и предотвращают раннее старение продукта.

Целью настоящего исследования является анализ, систематизация и обобщение информационных данных отечественных исследователей, фор-

мирующих технологический потенциал нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий.

Объекты и методы исследований

Анализ литературных источников. В процессе обработки исходной информации применялись анализ и синтез.

Результаты

В настоящее время действуют резко заниженные нормативы качества продовольственной пшеницы для переработки в хлебопекарную муку, что предопределяет снижение ценности, прежде всего биологической, как муки, так и хлебобулочных изделий [3, 4].

В последние годы в мире большое внимание уделяется обогащению хлебобулочных изделий различными полезными веществами, придающими им функциональные и лечебно-профилактические свойства. Увеличение выпуска функциональных хлебобулочных изделий - важный резерв повышения здоровья населения.

Лечебный эффект от употребления функциональных хлебобулочных изделий обеспечивается либо введением в рецептуру необходимых дополнительных компонентов, либо исключением нежелательных.

В последние годы порошок якона стал популярным добавлением в различные продукты, включая хлебобулочные изделия. Порошок якона способствует улучшению влажности и текстуры хлеба, делая его более мягким и ароматным. Якон содержит много жира и витаминов, что улучшает пищевую ценность хлебобулочных изделий.

Авторами Вершининой О.Л., Росляковым Ю.Ф., Гончар В.В. описан способ производства хлебобулочных изделий, предусматривающий приготовления светлого и темного видов теста. В темное тесто вводили смесь из пшеничной муки высшего сорта и порошка якона в соотношении 1:5 до 1:13. Рассчитана пищевая ценность. Выявлено, что в хлебобулочных изделиях с применением порошка якона, повышается содержание железа, селена, пищевых волокон [3, 4, 5].

В работе Ш.К. Ганцова и Н.И. Дерканосова доказана эффективность использования якона в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения. Разработаны технологические параметры приготовления порошка якона, его внесение в рецептуру хлеба на стадии приготовления жидкой ржаной закваски. Внесение в рецептурный состав пюре якона вследствие обогащения питательной смеси усваиваемыми углеводами интенсифицирует спиртовое и молочнокислое брожение. Внесение в рецептурный состав 3,5% к массе муки порошкообразного полуфабриката из якона улучшает текстуру, вкус и аромат хлеба из сортовой пшеничной

муки, а 7,0% порошка из якона приводит к снижению сенсорного восприятия хлеба [6].

Изучена перспектива применения кукурузного солода. Авторы исследования предлагают вносить солод при замесе теста в количестве 5, 10 и 15 % к массе муки. Изделия с добавлением 10 % кукурузного солода показали высокие органолептические показатели: мякиш эластичный, с тонкостенной пористостью, поверхность гладкая, форма правильная. Доказано, что применение кукурузного солода повышает содержание ароматических компонентов, что приводит к улучшению вкусовых и ароматических свойств. Кроме того, по сравнению с пшеничной мукой в кукурузном солоде содержится больше липидов, сахаров, гемицеллюлоз. Хлеб с добавлением 15 % кукурузного солода имел липкий мякиш, поверхность с мелкими трещинами, корка хлеба слабо окрашена, во вкусе чувствовался сладковатый привкус, запах солодовый [7]. Важно отметить, что кукурузный солод можно успешно применять не только в производстве хлеба, но и в других хлебобулочных изделиях, таких как булочки, кексы и пирожные. Его использование открывает новые горизонты для хлебопечения и позволяет экспериментировать с различными вкусовыми комбинациями.

Невская Е.В., Тюрина И.А., Тюрина О.Е., Шулбаева М.Т., Потапова М.Н., Головачева Я.С. в своем исследовании разрабатывали хлебопекарные композитные смеси для здорового питания. Было представлено 5 композитных хлебопекарных смесей для здорового питания: смесь 1 – с внесением ячменной цельносмолотой муки; смесь 2 – с гречневой мукой и подсырной сывороткой; смесь 3 – с внесением гречневой муки и деминерализованной сывороткой; смесь 4 – с внесением цельносмолотой муки из чечевицы и муки из бурого риса; смесь 5 – с внесением муки чечевичной текстурированной, муки из бурого риса. Все хлебобулочные изделия, приготовленные с использованием данных смесей, характеризовались удовлетворительными показателями качества. Размеры частиц хлебопекарных композитных смесей в пределах 5-600 мкм, содержание частиц в интервале от 10 до 50 мкм составляло 30-35 % от их общего объема. Смеси близки к однородным, что позволяет прогнозировать равномерное распределение рецептурных компонентов [8].

Шаззо А.А. с соавторами исследована перспектива применения выжимок томатов и тыквы в производстве хлеба. Одним из ключевых аспектов данного исследования была оценка потенциала выжимок томатов и тыквы в повышении пищевой ценности и функциональности хлебобулочных изделий. Для этого было проведено сравнительное исследование, включающее оценку пищевой ценности и функциональных свойств хлеба, изготовленного с добавлением выжимок томатов и тыквы, по сравнению с традиционным хлебом.

Результаты исследования показали, что добавление выжимок томатов и тыквы в производ-

ство хлеба значительно улучшает его пищевую ценность. Благодаря высокому содержанию витаминов, минералов и антиоксидантов, такая модификация хлеба может стать полезным источником дополнительных питательных веществ в рационе потребителей [9].

В исследованиях, выполненных Бакиным И.А., разработаны рецептуры и технологии мучных кондитерских изделий с использованием вторичных ресурсов ягодного сырья. Автор наблюдал значительное увеличение содержания магния, кальция и железа в изделиях, в состав которых вводили жмых черной смородины. Данные изделия обладают Р-витаминной активностью [10].

Авторами предложен способ получения экструдата льна и его применение в хлебобулочных изделиях. Способ предусматривает приготовление теста путем смешивания предусмотренных рецептурой компонентов и продукта переработки семян льна в количестве 10-15% к массе муки высшего сорта. Предлагаемая технология позволяет получить хлебобулочные изделия с обогащенным составом при сохранении высокого качества, потребительских свойств и снизить потерю питательных веществ льна, за счет использования экструдата смеси семян льна и зерна пшеницы [11, 12].

Разработана рецептура и технология хлебобулочных изделий, обогащенных экструдированной ячменной мукой с целью предотвращения возникновения в организме человека дефицита питательных веществ.

Введение экструдированной ячменной муки в пшеничное тесто уменьшает выход сырой клейковины, но оказывает на нее укрепляющее действие, при этом повышается водопоглощательная способность теста. Присутствие в экструдированной ячменной муке витаминов, минеральных веществ и особенно моносахаридов активизирует деятельность дрожжевых клеток, ускоряя при этом процесс брожения и сокращая созревание теста [13].

Обоснована возможность и целесообразность использования муки экструдированного зерна

гречихи в технологии булочных изделий. Показано, что экструдированное зерно гречихи является источником функциональных пищевых ингредиентов. Одним из главных преимуществ использования муки из экструдированного зерна гречихи является ее способность улучшать качество и повышать пищевую ценность конечной продукции. Благодаря использованию данного вида муки, булочные изделия приобретают более пышную и рассыпчатую консистенцию, что делает их более аппетитными и приятными на вкус. Кроме того, мука из экструдированного зерна гречихи обладает высоким содержанием клетчатки, белка, витаминов и минералов, что делает ее ценным источником питательных веществ в булочных изделиях.

Обсуждение

Возможность применения натурального растительного сырья при производстве хлебобулочных изделий доказана исследованиями отечественных ученых. С учетом потребностей и требований потребителей разработка рецептур пищевых продуктов функционального назначения является приоритетным направлением.

Выводы

Рассмотрены основные аспекты применения нетрадиционного сырья в хлебопечении. Представленные материалы свидетельствуют о возможности применения нетрадиционного сырья в технологиях хлебобулочных изделий с целью их обогащения функциональными ингредиентами. Выводя на новый уровень классическое хлебопечение с помощью растительных обогатителей, мы позволяем потребителям насладиться не только вкусным, но и полезным хлебом. Благодаря этой инновации в производстве хлеба, каждый человек сможет наслаждаться пищей, приносящей радость и заботу о здоровье.

Литература

- [1] Пашенко Л.П. Технология хлебопекарного производства / Л.П. Пашенко, И.М. Жаркова. - М.: КолоС, 2008.- 389 с.
- [2] Кузьминский Р.В. Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий / Р.В. Кузьминский, В.А. Патт и др.. - 1988 г. - 1080 с.
- [3] Перковец М.В. Влияние инулина и олигофруктозы на снижение риска некоторых «болезней цивилизации» // Пищевая промышленность. - 2007. - №5. - с. 22-23.
- [4] Кононков П.Ф. Овощи как продукт функционального питания/ П.Ф. Кононков, В.К. Гинс, В.Ф. Пивоваров, М.С. Гинс, М.С. Бунин,

References

- [1] Paschenko L.P. Technology of bakery production / L.P. Paschenko, I.M. Zharkova. - M.: KoloS, 2008. - 389 p.
- [2] Kuzminsky R.V. Collection of technological instructions for the production of bakery products / R.V. Kuzminsky, V.A. Patt et al. - 1988 - 1080 p.
- [3] Perkovets M.V. The influence of inulin and oligofructose on reducing the risk of some «diseases of civilization» // Food industry. - 2007. - No. 5. - pp. 22-23.
- [4] Kononkov P.F. Vegetables as a product of functional nutrition/ P.F. Kononkov, V.K. Gins, V.F. Pivovarov, M.S. Gins, M.S. Bunin, A.V. Meshkov, V.I. Terekhova. - M.: Stolichnaya tipografiya, 2008. - 128 p.

- А.В. Мешков, В.И. Терехова. – М.: Столичная типография, 2008. — 128 с
- [5] Вершинина О.Л. Улучшенные хлебобулочные изделия с использованием муки из корней якона/ О.Л. Вершинина, Ю.Ф. Росляков, В.В. Гончар – сборник трудов конференции «Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции». – Воронеж. – 2015. – с. 268-271
 - [6] Ганцов Ш.К. Применение «якона» в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения / Ш.К. Ганцов, Н.И. Дерканосов // Вестник российского государственного торгово-экономического университета. – Москва. – 2009. – №9 (36). – с. 163-168.
 - [7] Голоева А.В. Разработка рецептуры пшеничного хлеба с добавлением кукурузного солода / А.В. Голоева, Л.А. Кияшкина // Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов, магистрантов и студентов ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет». – Владикавказ. – 2018. – С. 159-161.
 - [8] Невская Е.В. Разработка хлебопекарных композитных смесей для здорового питания / Е.В. Невская, И.А. Тюрина, О.Е. Тюрина, М.Т. Шулбаева, М.Н. Потапова, Я.С. Головачева // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – №4. – Т.49. – С.531-541.
 - [9] Шаззо А.А. Использование нетрадиционного растительного сырья при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения / А.А. Шаззо, Е.А. Фролова, Е.П. Спильник, Б.К. Шаззо // Новые технологии. – Майкоп. – 2010. – №2. – С. 87-91.
 - [10] Бакин И.А. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий / И.А. Бакин, А.С. Мустафина, Е.А. Вечтомова, А.Ю. Колбина // Технология пищевых производств. – 2017. – №2. – С. 5-10.
 - [11] Способ производства хлебобулочных изделий. Зимняков Владимир Михайлович, Кухарев Олег Николаевич, Гарькина Полина Константиновна. Патент на изобретение 2781898 C1, 19.10.2022. Заявка № 2021111347 от 20.04.2021
 - [12] Курочкин А.А. Функциональный пищевой композит из смеси зерна пшеницы и семян льна / А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2016. – №3. – С. 27-33.
 - [13] Шабурова Г.В. Использование продуктов переработки ячменя в хлебопечении / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – №3. – С. 23-27.
 - [5] Vershinina O.L. Improved bakery products using flour from yacon roots/ Vershinina O.L., Roslyakov Yu.F., Gonchar V.V. – proceedings of the conference «Veterinary and sanitary aspects of quality and safety of agricultural products». – Voronezh. – 2015. – pp. 268-271
 - [6] Gantsov Sh.K. The use of «yacon» in the production of bakery products for functional purposes / Gantsov Sh.K., N.I. Derkanosov // Bulletin of the Russian State University of Commerce and Economics. – Moscow. – 2009. – No 9 (36). – pp. 163-168
 - [7] Goloeva A.V. Development of a recipe for wheat bread with the addition of corn malt / Goloeva A.V., Kiyashkina L.A. // Bulletin of scientific works of young scientists, postgraduates, undergraduates and students of the Gorsky State Agrarian University. – Vladikavkaz. – 2018. – pp. 159-161
 - [8] Nevskaya E.V. Development of bakery composite mixtures for healthy nutrition / E.V. Nevskaya, I.A. Tyurina, O.E. Tyurina, M.T. Shulbaeva, M.N. Potapova, Ya.S. Golovacheva // Technique and technology of food production. – 2019. – No. 4. – Vol.49. – pp.531-541.
 - [9] Shazzo A.A. Non- traditional herbal raw – materials in bread production / Shazzo A.A., Frolova E.A., Spilnik E.P., Shazzo B.K. // New technologies. – Maykop. – 2010. – No 2. – pp. 87-91.
 - [10] Bakin I.A. The use of secondary resources of berry raw materials in the technology of confectionery and bakery products / I.A. Bakin, A.S. Mustafina, E.A. Vechtomova, A.Y. Kolbina // Food production technology. – 2017. – No.2. – pp. 5-10.
 - [11] The method of production of bakery products. Zimnyakov Vladimir Mikhailovich, Kukharev Oleg Nikolaevich, Garkina Polina Konstantinovna. Patent for invention 2781898 C1, 19.10.2022. Application No. 2021111347 dated 04/20/2021.
 - [12] Kurochkin, A.A. Functional food composite from a mixture of wheat grain and flax seeds. Innovative equipment and technology. – 2016. – No.3. – pp. 27-33.
 - [13] Shaburova G.V. The use of barley processing products in baking / G.V. Shaburova, P.K. Voronina // Innovative technique and technology. - 2015. – No. 3. – pp. 23-27.

Сведения об авторах	Information about the authors
Бодина Мария Александровна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Bodina Maria Alexandrovna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University
Новикова Мария Александровна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Novikova Maria Alexandrovna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University
Гарькина Полина Константиновна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru	Garkina Polina Konstantinovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru

Алгоритм разработки модели экструдата смеси семян расторопши и зерна пшеницы

Курочкин А.А., Шматкова Н.Н.

Аннотация. В статье на основе методологии системного подхода обоснован алгоритм действий при разработке модели экструдата смеси расторопши пятнистой и зерна пшеницы. Проанализированы современные подходы к математическому описанию многокомпонентных смесей для производства продуктов питания. Предложен комплексный критерий для модели функционально-технологических свойств (ФТС) экструдата с учётом взаимодействия его ингредиентов. Показана роль доминирующих компонентов и факторов модели ФТС экструдата смеси семян расторопши и зерна пшеницы. Сделаны выводы в части перспективы дальнейших исследований в рамках заявленной проблемы.

Ключевые слова: системный подход, подсистема, модель, смесь, расторопша пятнистая, зерно пшеницы, экструдат.

Для цитирования: Курочкин А.А., Шматкова Н.Н. Алгоритм разработки модели экструдата смеси семян расторопши и зерна пшеницы // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 10–15.

Algorithm for developing an extrudate model of a mixture of milk thistle seeds and wheat grain

Kurochkin A.A., Shmatkova N.N.

Abstract. In the article, based on the methodology of a systematic approach, an algorithm of actions is justified when developing an extrudate model of a mixture of milk thistle and wheat grain. Modern approaches to the mathematical description of multicomponent mixtures for food production are analyzed. A complex criterion is proposed for a model of the functional and technological properties (FCS) of an extrudate, taking into account the interaction of its ingredients. The role of the dominant components and factors of the FCS extrudate model of a mixture of milk thistle seeds and wheat grain is shown. Conclusions are drawn regarding the prospects for further research within the framework of the stated problem.

Keywords: system approach, subsystem, model, mixture, milk thistle, wheat grain, extrudate.

For citation: Kurochkin A.A., Shmatkova N.N. Algorithm for developing an extrudate model of a mixture of milk thistle seeds and wheat grain. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 10–15. (In Russ.).

Введение

В последние десятилетия в производстве обогащенных и функциональных пищевых продуктов наблюдается устойчивая тенденция применения новых видов пищевых композитов повышенной биологической ценности. Эти композиты (полуфабрикаты) могут быть использованы в качестве обогачителей, заменителей или улучшителей в производстве новых, а также традиционных пищевых продуктов [2].

Как правило, такие композиты состоят из двух и более ингредиентов и в той или иной степени обеспечивают синергетический эффект при их совместной

обработке и дальнейшем применении. При этом в зависимости от цели применения данного композита, один из его составляющих является доминирующим в процессе формирования необходимых функционально-технологических или иных свойств, а остальные играют вспомогательную роль [3-5, 10].

Известно, что сырье растительного происхождения существенно отличается друг от друга содержанием основных питательных веществ. Часть его в своем составе имеет больше углеводов, а в некоторых преобладают белки или жиры. С этой точки зрения пристальное внимание следует обратить на такие культуры, в которых значимое количество питатель-

ных веществ представлено в достаточно широком ассортименте. Одной из таких культур является расторопша пятнистая (*Silybum marianum*).

Продукты переработки расторопши пятнистой широко используются при изготовлении лекарственных препаратов, обеспечивающих защиту печени от токсических и аллергических повреждений, и могут применяться в пищевых технологиях в виде экстракта, масла, порошка нативных и обезжиренных семян [5, 10].

В одной из наиболее известных работ, связанной с применением семян расторопши в качестве пищевой добавки, объектом исследований являлся вторичный продукт переработки расторопши – шрот. На основе изучения химического состава шрота (ТУ 9141-005-46899394-04) были разработаны рекомендации по его применению в качестве натурального обогатителя пищевых продуктов белком (21,88%), жиром (12,87%), клетчаткой (27,38%), флавоноидами (2,5%), витаминами и минеральными веществами. При этом изучив детально состав и механизм действия масла и шрота расторопши пятнистой, авторы исследований пришли к выводу о необходимости применять эти ингредиенты совместно [10].

Целью исследований являлась обоснование системного подхода к получению экструдата смеси семян расторопши и зерна пшеницы.

Объекты и методы исследований

В работе применены методы и инструментальный системный анализ для слабоструктурированных проблем.

Результаты и их обсуждение

Альтернативным направлением применения расторопши пятнистой в пищевых технологиях является получение композита в виде экструдата смеси ее семян с зерном пшеницы. Эффективная реализация этого направления связана с применением методологии системного подхода на основе следующего алгоритма действий:

1. На первом этапе формулируется общий недостаток современных подходов к решению данной проблемы в части математического описания экструирования многокомпонентных смесей.

2. Обосновывается комплексный критерий для модели функционально-технологических свойств (ФТС) экструдатов многокомпонентных смесей с учётом взаимодействия их компонентов.

3. Оценивается роль доминирующих компонентов и факторов модели ФТС экструдата смеси семян расторопши и зерна пшеницы.

Проблемы, требующие своего разрешения в связи с реализацией первого пункта алгоритма, в лаконичной форме сформулированы в работе Николаевой С.В. По мнению автора в подавляющем большинстве работ, связанных с моделированием процессов пищевых производств, построение и

рассмотрение их математических описаний осуществляется вне связи теории с реальными физическими процессами; отсутствуют объяснения с точки зрения законов природы причинно-следственных связей между параметрами моделей, параметрами процессов (из-за чего обрабатываемая среда не находит отражения в математической модели процесса, а присутствует в ней лишь косвенно), что не позволяет ответить, например, на вопрос, почему так, а не иначе, изменяются параметры технологической системы [8].

Следует отметить, что изначально базовые принципы и методология системного подхода разрабатывались австрийским ученым-философом Людвигом фон Берталанди применительно к биологическим объектам. К настоящему времени они существенно доработаны, дополнены и адаптированы к различным отраслям науки и производства, а уровень их развития диктуется интересами общества. При этом, несмотря на отсутствие полного единства в возможностях системного подхода и его практической ценности для некоторых видов производств, среди практически всех исследователей систем наблюдается полный консенсус в части признания важности совершенствования этой формы представления предметов научного познания.

В пищевых технологиях методология исследования систем развивалась применительно к отраслям производства и ее некоторые особенности, связанные с моделированием многокомпонентных продуктов питания на основе сырья растительного или животного происхождения, в них явно прослеживаются [5].

Анализ наиболее значимых работ в этом сегменте показывает, что у исследователей нет единого подхода даже к определению такого важного принципа системного анализа как эмерджентность.

По мнению одних «эмерджентность – принцип, который утверждает, что целое (продукт) можно изучать, расчленив его на части (ингредиенты), и затем, определяя их свойства (ингредиентов), определить свойства целого – продукта [7].

Существует и диаметрально противоположное мнение, согласно которому эмерджентность – принцип, отвечающий за наличие у системы таких свойств, которые не присущи ни одному ее элементу. Утверждается, что нельзя понять всех свойств системы, изучив все свойства подсистем: некоторые свойства системы появляются (emerge) только благодаря сложному взаимодействию подсистем [6].

Не углубляясь в причины подобных противоречий, отметим, что системный подход и его инструментальный в пищевых технологиях зачастую имеет дело с решением слабоструктурированных проблем.

К тому же добавим, что прикладные объекты, каковыми являются предприятия пищевой промышленности, отличаются большим разнообразием

ем, как с точки зрения сложности, так и количества подсистем и элементов, входящих в их состав.

Например, система пищевого предприятия обычно включает три взаимозависимые подсистемы с условно тремя ступенями иерархии: организации производства (подсистема оперативного управления всеми подразделениями предприятия, планирование запасов сырья и реализации готовой продукции); технологическая подсистема (технологические процессы, представляющие собой совокупность специфических операций) и физико-химическая подсистема (типовые процессы пищевых технологий: физические, химические и биохимические) [6].

С другой стороны, в машинных технологиях пищевых производств в зависимости от функционального признака все оборудование для переработки сырья делят на группы и подгруппы, в которые входят машины и аппараты, отличающиеся назначением и, соответственно, реализуемыми типовыми процессами. Эти типовые процессы могут быть как частью, так и целым технологической операции, границы которой, как правило, совпадают с границами конкретного вида оборудования (машины или аппарата).

Объединение как минимум двух технологических операций обеспечивает образование технологической подсистемы, соответствующей определенному комплексу технологического оборудования (агрегату, установке) или набору оборудования в границах производственного участка.

Совокупность подсистем, реализующих все стадии переработки сырья и выпуска готовой продукции, формирует технологическую систему в целом. По существу, такая система соответствует всему набору оборудования, входящего в состав технологической линии.

Очевидно, что методология системного подхода будет иметь свои особенности для различных объектов познания. Например, для хлебобулочных изделий, более применим системный анализ физико-химических закономерностей формирования характеристик (качественных и количественных) основного и дополнительного сырья.

В качестве основного сырья при производстве хлебобулочных изделий используются мука, хлебопекарные дрожжи, соль поваренная пищевая и вода, а дополнительным сырьем служит сырье, обеспечивающее специфические органолептические и физико-химические свойства хлебобулочного изделия.

Таким образом, объектом системного анализа, например, в случае обогащения хлебобулочного изделия пищевой добавкой в виде экструдата смеси семян расторопши и зерна пшеницы может быть как само изделие, так и экструдат.

Второй вариант предполагает рассмотрение и анализ в качестве системы экструдат смеси семян расторопши пятнистой и зерна пшеницы, а подсистем – ингредиенты в нативном виде. Группа понятий, отражающих такой подход к системному

анализу данного объекта, и очередность их рассмотрения представлена на рисунке 1.

Процесс системного анализа объекта начинается, прежде всего, с отбора наиболее значимых для решения практических задач характеристик, однозначно описывающих объект.

Многочисленными исследованиями установлено, что в зависимости от цели получения экструдатов механизм воздействия на зерновое крахмалсодержащее сырье может быть различным.

Если вырабатываемые экструдаты предполагается использовать как готовый продукт с планируемыми показателями качества, то технологические параметры экструзионного процесса и технические характеристики экструдера должны обеспечивать максимальную сохранность полезных свойств сырья с одновременным направленным воздействием на ингредиенты, формирующие качество данного продукта.

При получении из крахмалсодержащего сырья экструдатов-полуфабрикатов требования к их качественным показателям, как и в первом случае, сохраняются. Одновременно с этим некоторые полуфабрикаты требуют таких режимов экструзионной обработки, при которых эффективному воздействию подвергаются только отдельные составляющие сырья, например, углеводы (3, 5).

Известно, что в крахмалсодержащем растительном сырье, к числу которого относятся практически все зерновые, максимальная степень клейстеризации (желатинизации) и деструкции крахмала обеспечивается оптимальной влажностью экструдированного материала, давлением и температурой в тракте экструдера.

Крахмал зерна может быть полностью клейстеризован при температуре 120 °С и влажности обрабатываемого сырья 20-30 %. При влажности обрабатываемого сырья менее 20 % полная клейстеризация крахмала наблюдается при температуре значительно выше 120°С [12].

При этом, как некий синергетический эффект этих параметров, выступает степень расширения обрабатываемого материала при выходе из отверстия матрицы экструдера, который может характе-



Рис. 1. Схема основных понятий системного анализа

ризваться коэффициентом расширения (взрыва) экструдата или его пористостью.

Многочисленные исследования в области экструзии растительного сырья доказывают, что пористая структура экструдатов предопределяет большинство их физических и технологических свойств: индекс расширения, набухаемость, вододерживающую способность, растворимость, жиродерживающую способность [3-5, 11, 12].

В свою очередь пористость экструдатов в значительной степени зависит от количеством содержащихся в обрабатываемом сырье крахмала и воды. Это объясняется тем, что именно интенсивное испарение влаги при выходе обрабатываемого сырья из фильеры матрицы экструдера вызывает ускоренный переход аморфного крахмального геля в стеклообразное состояние. Стенки образовавшихся пор при этом затвердевают, становятся хрупкими, а готовый продукт (экструдат) приобретает те или иные свойства. В свою очередь эти свойства напрямую зависят от интенсивности изменения (в данном случае снижения) температуры материала, находящегося в аморфном состоянии и стеклования крахмального клейстера [12].

Таким образом, характер охлаждения экструдата после выхода его из фильеры матрицы машины может рассматриваться в качестве одного из основных факторов, влияющих на формирование свойств получаемого продукта. Технологическим параметром экструзионного процесса, объективно влияющим на интенсивность (скорость) охлаждения экструдата является величина давления (вакуума) в вакуумной камере термовакуумного экструдера [3-5, 11].

Следующим важным аспектом анализа механизма формирования пористой структуры экструдатов, являются физико-механические и химические свойства ингредиентов обрабатываемого сырья.

Семена рапсуса в отличие от зерна пшеницы, ржи, кукурузы и др. зерновых имеют повышенное содержание липидов и клетчатки, что существенно ограничивает технические возможности современных экструдеров.

Процесс экструдирования подобного по содержанию пищевых веществ сырья можно оптимизировать за счет его переработки в смеси с зерном пшеницы, в состав которого входит достаточно много крахмала, что в свою очередь позволит значительно интенсифицировать процесс порообразования в готовом продукте.

При этом следует учитывать, что в процессе экструдирования пищевые волокна являются мощными конкурентами крахмала за обладание частью воды, находящейся в смеси.

На качество получаемого экструдата влияет не только влажность обрабатываемой смеси, но и содержание воды в каждом ингредиенте, входящем в эту смесь. При этом суммарная влажность обрабатываемого сырья ограничивается тем, что за один

проход рабочего тракта машины максимальное снижение влаги в экструдате, как правило, не превышает 50% от ее содержания в сырье. Некоторое увеличение этого показателя связано с существенным повышением температуры обработки сырья, что не всегда является рациональным.

При производстве экструдатов с повышенным содержанием липидов нагрев обрабатываемого сырья необходимо ограничивать температурой 100-105°C, а полученный продукт должен быть охлажден и обезвожен до содержания влаги 6-7% максимально быстро после выхода из фильеры матрицы экструдера [5].

Изложенные выше сведения являются весомым аргументом того, чтобы в качестве комплексного критерия для модели функционально-технологических свойств (ФТС) экструдата смеси семян рапсуса и зерна пшеницы был предложен коэффициент расширения (взрыва), объективно и с достаточной полнотой характеризующий развитость пористой структуры получаемого полуфабриката.

Завершается системный анализ экструдата смеси семян рапсуса и зерна пшеницы оценкой роли доминирующих компонентов и факторов в полученной модели ФТС.

Учитывая, что в общем случае под понятием «система» – понимается абстрактный, рациональный образ объекта, представленный как набор переменных, отражающих его свойства, в качестве конечной цели моделирования могут быть соотношения ингредиентов в смеси, технические характеристики экструдера, технологические параметры его работы и др. Эти данные могут быть представлены в виде графиков, уравнений или диаграммы вида «состав-свойства».

Выводы

Анализ выполненных ранее работ в области методологии системного подхода к моделированию многокомпонентных продуктов питания, позволил обосновать алгоритм действий при разработке модели экструдата смеси рапсуса пятнистой и зерна пшеницы. Обоснован комплексный критерий для модели функционально-технологических свойств (ФТС) экструдата с учётом взаимодействия его ингредиентов. Таким критерием может быть коэффициент расширения (взрыва) экструдата, объективно характеризующий степень развитости пористой структуры объекта исследований.

Литература

- [1] Алексеев, В.И. Системный анализ физико-химических закономерностей в технологии пищевых продуктов/В.И. Алексеев // Известия ТИНРО. 2004. Т. 136. С. 326-333.
- [2] Коновалов, К. Л. Белково-липидные композиты повышенной биологической ценности, ориентированные на достижение максимального технологического эффекта /К.Л. Коновалов, М.Т. Шулбаева, А.И. Лосева [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. №1. С. 51-55.
- [3] Курочкин, А. А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного сырья /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. №4. С. 86-91.
- [4] Курочкин, А.А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. №4. С. 94-99.
- [5] Курочкин, А. А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина //Нива Поволжья. – 2014. №1. С. 30-35.
- [6] Лепешкин, А.И. Проектирование состава продуктов питания с заданными свойствами: учебно-методическое пособие /А.И. Лепешкин, Л.А. Надточий, А.Ю. Четкина. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2020. 46 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/190807> (дата обращения: 08.11.2023). Режим доступа: для авториз. пользователей.
- [7] Мусина, О.Н. Системное моделирование многокомпонентных продуктов питания /О.Н. Мусина, П.А. Лисин //Техника и технология пищевых производств. 2012. №4. С. 1-6.
- [8] Николаева, С.В. Системный анализ многокомпонентных пищевых объектов и технологий в условиях информационной неопределенности : автореф. дис. на соиск. уч. степ. докт. тех. наук: 05.13.01 / Николаева Светлана Владимировна. – Воронеж, 2013. 35 с.
- [9] Овсянников, В.Ю. Системный подход к анализу пищевых производств. Курс лекций по дисциплине «Теория технологического потока». <https://en.ppt-online.org/291015> (дата обращения: 06.11.2023). – Режим доступа: свободный.
- [10] Семенкина, Н. Г. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки расторопши пятнистой : автореф. дис.канд. техн. наук : 05.18.01 / Семенкина Наталья Геннадьевна. – М., 2010. – 26 с.
- [11] Шматкова, Н.Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных

References

- [1] Alekseev, V.I. System analysis of physico-chemical patterns in food technology/V.I. Alekseev // Izvestiya TINRO. 2004. Vol. 136. pp. 326-333.
- [2] Konovalov, K. L. Protein-lipid composites of increased biological value, focused on achieving maximum technological effect /K.L. Konovalov, M.T. Shulbaeva, A.I. Loseva [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. 2011. No. 1. pp. 51-55.
- [3] Kurochkin, A. A. Regulation of functional and technological properties of extrudates of vegetable raw materials / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. 2012. No.4.– pp. 86-91.
- [4] Kurochkin, A.A. Regulation of the structure of extrudates of starch-containing grain raw materials /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. 2013. No. 4. pp. 94-99.
- [5] Kurochkin, A. A. Modeling of the process of obtaining extrudates based on a new technological solution / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //The field of the Volga region. 2014. No. 1. pp. 30-35.
- [6] Lepeshkin, A.I. Designing the composition of food products with specified properties: an educational and methodological manual /A.I. Lepeshkin, L.A. Nadtochiy, A.Yu. Chechetkina. – Saint Petersburg : NRU ITMO, 2020. – 46 p. – Text: electronic // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/190807> (accessed: 08.11.2023). Access mode: for authorization. users.
- [7] Musina, O.N. System modeling of multicomponent food products /O.N. Musina, P.A. Lisin //Equipment and technology of food production. 2012. No. 4. pp. 1-6.
- [8] Nikolaeva, S.V. System analysis of multicomponent food objects and technologies in conditions of information uncertainty : abstract. dis. on the job. uch. step. Doctor of Technical Sciences: 05.13.01 / Nikolaeva Svetlana Vladimirovna. – Voronezh, 2013. 35 p.
- [9] Ovsyannikov, V.Yu. A systematic approach to the analysis of food production. A course of lectures on the discipline «Theory of technological flow». <https://en.ppt-online.org/291015> (accessed: 06.11.2023). – Access mode: free.
- [10] Semenkina, N. G. Development of bakery products technology using milk thistle processing products : abstract. dis.Candidate of Technical Sciences : 05.18.01 / Semenkina Natalia Gennadievna. – M., 2010. – 26 p.
- [11] Shmatkova, N.N. Prospects for the use of composite mixtures in the technology of bakery products for functional purposes / N.N. Shmatkova, P.K. Voronina // Innovative equipment and technology. 2015. No. 3 (4). pp. 17-22.
- [12] Kesselly S. R., Mugabi R., Byaruhanga Y. B. Effect of soaking and extrusion on functional and pasting

изделий функционального назначения //Н.Н. Шматкова, П.К. Воронина //Инновационная техника и технология. 2015. № 3 (4). С. 17-22.

properties of cowpeas flour //Scientific African. 2023. Vol. 19. e01532.

- [12] Kesselly S. R., Mugabi R., Byaruhanga Y. B. Effect of soaking and extrusion on functional and pasting properties of cowpeas flour //Scientific African. 2023. T. 19. e01532.

Сведения об авторах

Information about the authors

Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru	Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru
Шматкова Наталья Николаевна аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(909) 315-04-29 E-mail: n.shmatkova2014@list.ru	Shmatkova Natalia Nikolaevna postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(909) 315-04-29 E-mail: n.shmatkova2014@list.ru

Влияние вакуумно-гидротермической обработки на физические характеристики зерна кукурузы

Павлова Ю.А., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье определялось влияние применяемой гидротермической обработки зерен кукурузы и последующего вакуумного давления на изменение влагосодержания семян (сухой основы), разрушающей силы, энергии разрушения одного ядра и изменение площади горизонтальной проекции одного ядра. Ядра кукурузы, использованные в качестве экспериментального материала, подвергались гидротермической обработке (кипячение в течение 20 и 30 мин при температуре 100°C), а затем обработке в вакууме (20 кПа) в течение 1, 3 и 5 мин. Во всем диапазоне длительностей вакуумной обработки наблюдались более высокие значения разрушающей силы и энергии для ядра, подвергнутого гидротермической обработке в течение 20 мин, по сравнению с ядрами, обработанными в течение 30 мин.

Ключевые слова: зерно кукурузы, гидротермическая обработка, вакуумное давление, разрушающая сила и энергия, влагосодержание, площадь горизонтальной проекции.

Для цитирования: Павлова Ю.А., Фролов Д.И. Влияние вакуумно-гидротермической обработки на физические характеристики зерна кукурузы // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 16–20.

Influence of vacuum-hydrothermal treatment on physical characteristics of maize grain

Pavlova Yu.A., Frolov D.I.

Abstract. The paper determined the effect of applied hydrothermal treatment of corn kernels and subsequent vacuum pressure on the change in seed moisture content (dry basis), breaking force, energy of destruction of one kernel and change in the horizontal projection area of one kernel. The corn kernels used as experimental material were hydrothermally treated (boiling for 20 and 30 min at 100°C) and then treated in vacuum (20 kPa) for 1, 3, and 5 min. Over the entire range of vacuum treatment durations, higher values of breaking force and energy were observed for cores hydrothermally treated for 20 min compared to cores treated for 30 min.

Keywords: corn grain, hydrothermal treatment, vacuum pressure, destructive force and energy, moisture content, horizontal projection area.

For citation: Pavlova Yu.A., Frolov D.I. Influence of vacuum-hydrothermal treatment on physical characteristics of maize grain. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 16–20. (In Russ.).

Введение

Вакуумная обработка широко применяется в различных отраслях пищевой промышленности, например, при производстве кормовых смесей высокой жирности, при упаковке пищевых продуктов для длительного хранения, в сушке и других технологиях пищевой промышленности [1, 2, 3].

Быстрые изменения давления приводят к временной деформации пор в структуре большинства пищевых продуктов. На такую деформацию влияет скорость падения и увеличения давления. Особое

значение имеет время смены давления с вакуумного на атмосферное, так как может произойти закрытие капиллярных сосудов в растительном материале и торможение гидродинамического механизма [4, 5, 6].

Исследования проведены с целью определить влияние давления вакуума и его продолжительности, приложенного после предварительной гидротермической обработки (кипячения), на прочностные характеристики ядра кукурузы, термически обработанного в различные промежутки времени.

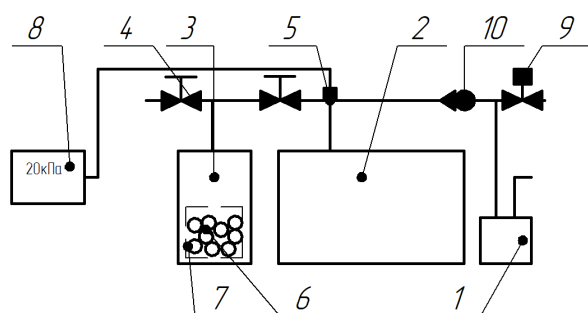


Рис. 1. Схема экспериментального стенда: 1 - вакуумный насос; 2 - основная емкость; 3 - основная емкость; 4 - шаровый кран; 5 - датчик давления; 6 - образец, обработанный вакуумным давлением; 7 - сетка, предотвращающая проглатывание образца; 8 - вакуумный манометр; 9 - электроклапан; 10 - обратный клапан; 11 - вентиль.

Объекты и методы исследований

Определено влияние применяемой гидротермической обработки и последующего вакуумного давления на изменение влагоемкости семян кукурузы (сухая основа), разрушающей силы и энергии, а также на изменение площади горизонтальной проекции для одного ядра.

Ядра кукурузы, использованные в качестве экспериментального материала, подвергались гидротермической обработке (кипячение в течение 20 и 30 мин при 100°C) и последующему воздействию вакуумного давления (20 кПа) в течение 1, 3 и 5 мин на экспериментальном стенде, представленном на рис. 1. До и после обработки образцов семян определяли содержание влаги, изменение разрушающей силы и энергии, а также площадь горизонтальной проекции одного семени.

Образцы для вакуумной обработки помещались в перфорированный пластиковый контейнер (7), установленный в основной бак (3). После поме-

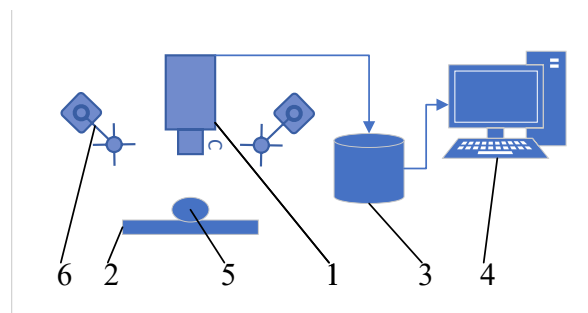


Рис. 2. Схема системы для компьютерного анализа изображений: 1 - цифровая камера; 2 - предметный столик; 3 - преобразователь; 4 - персональный компьютер; 5 - образец; 6 - источник света.

щения образца и закрытия основного резервуара закрывались шаровые краны (4, 11). Затем включался вакуумный насос (1) для создания вакуумного давления в основном резервуаре (2). Датчик давления (5), установленный на пульте, позволял непрерывно контролировать вакуумное давление в системе. Далее, после достижения требуемого уровня вакуума и остановки вакуумного насоса (1), для выравнивания давления открывался шаровый кран между основным (2) и базовым (3) резервуарами.

Содержание влаги определялось методом высушивания при температуре 105 °C в соответствии с ГОСТ 27548-97.

Прочностные параметры зерен измеряли методом испытания на сжатие, со скоростью 50 мм/мин. Определены изменения разрушительной силы и энергии под влиянием вакуумной обработки.

Площадь горизонтальной проекции обработанного ядра измеряли на стенде для компьютерного анализа изображений (рис. 2).

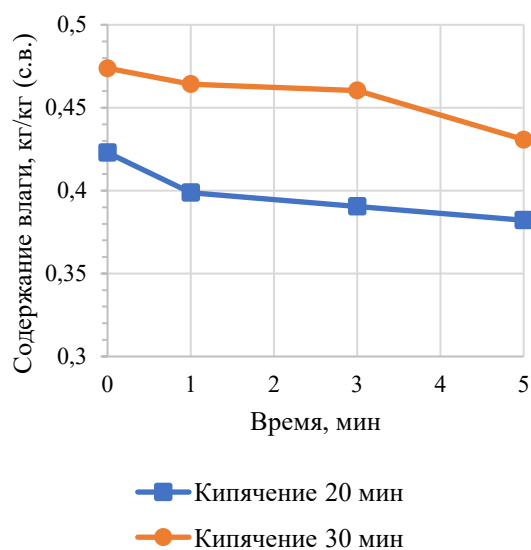


Рис. 3. Изменение влажности (в сухом весе) сырья, подвергнутого 20 и 30 мин гидротермической обработке и дополнительному вакууму давлением 20 кПа.

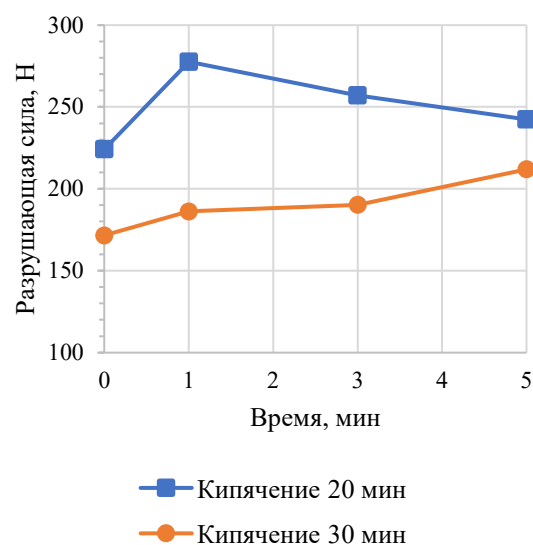


Рис. 4. Изменение разрушающей силы образцов семян кукурузы, подвергнутых гидротермической обработке в течение 20 и 30 мин и давлению вакуума 20 кПа.

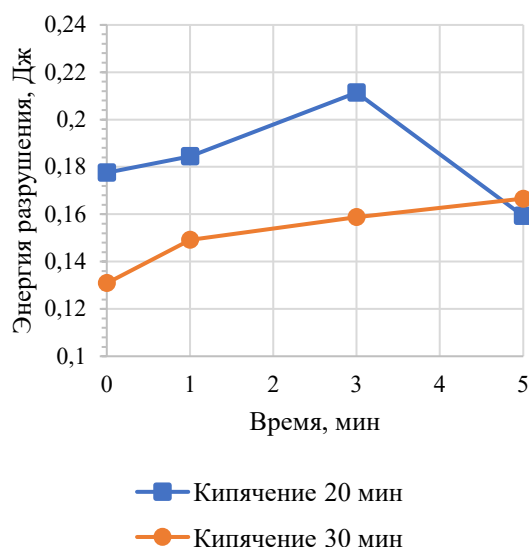


Рис. 5. Изменение энергии разрушения семян кукурузы после 20 и 30 мин гидротермической обработки при вакуумном давлении 20 кПа.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 3 представлены результаты исследования ядер, обработанных гидротермически в течение 20 и 30 мин, а затем подвергнутых вакуумной обработке при давлении 20 кПа.

Применение гидротермической обработки в течение 20 мин привело к почти четырехкратному увеличению содержания влаги в образцах, а в образцах, обработанных более 30 мин, к более чем четырехкратному увеличению этой величины.

В образцах кукурузы, проваренных в течение 20 мин и подвергнутых давлению 20 кПа, содержание влаги снизилось на 0,04 кг/кг (с.в.) по отношению к материалу, не обработанному вакуумным давлением, достигнув уровня 0,384 кг/кг (с.в.) (через 5 минут вакуумной обработки давлением).

В случае образцов, прокипяченных в течение 30 мин после аналогичной вакуумной обработки, эта величина снизилась, как и при 20-минутной гидротермической обработке, на 0,04 кг/кг (с.в.), достигнув уровня 0,43 кг/кг (с.в.) (после 5-минутной вакуумной обработки под давлением).

На рис. 4 показано изменение разрушающей силы для зерен кукурузы, подвергнутых гидротермической обработке в течение 20 и 30 мин и вакуумному давлению 20 кПа.

Применение гидротермической обработки в течение 20 мин снизило значение разрушающей силы более чем на 65%. В результате продления гидротермической обработки с 20 до 30 мин разрушающая сила снизилась примерно на 75%.

В образцах семян, варившихся более 20 мин, после 1-минутной обработки вакуумным давлением наблюдалось увеличение разрушающей силы примерно на 55 Н, максимальное значение которой достигало 280 Н. Дальнейшее продление обработки вакуумным давлением постепенно снижало разру-

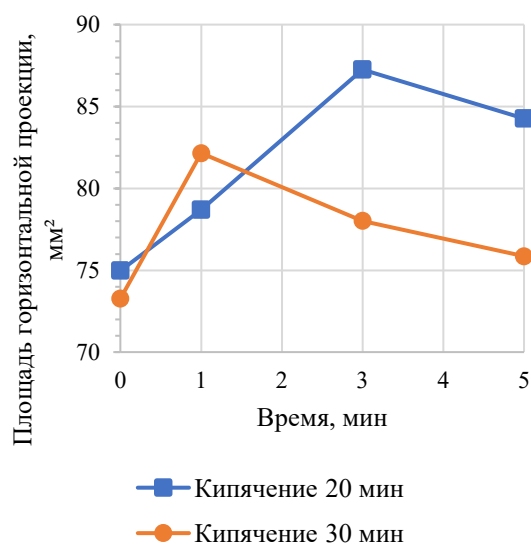


Рис. 6. Изменение площади горизонтальной проекции семян кукурузы в образцах, прошедших гидротермическую обработку в течение 20 и 30 мин и подвергнутых вакуумному давлению 20 кПа.

шающую силу до 244 Н (после 5-минутной обработки).

В случае 30-минутной гидротермической обработки семян кукурузы применение вакуумного давления постепенно увеличивало разрушающую силу с 170 Н (для вареного материала без вакуумной обработки) до 212 Н (5-минутная вакуумная обработка).

Изменение разрушающей энергии для семян кукурузы, подвергнутых гидротермической обработке в течение 20 и 30 мин и обработке вакуумным давлением 20 кПа, представлено на рисунке 5.

Примененная 20-минутная гидротермическая обработка увеличила энергию, необходимую для разрушения отдельных семян, с 0,138 Дж до 0,178 Дж. При 30-минутной гидротермической обработке изменений энергетической ценности не наблюдалось.

Применяемая 20-минутная гидротермическая обработка увеличивала энергию, необходимую для разрушения единичных семян, с 0,138 Дж; в случае 30-минутной гидротермической обработки изменения величины энергии не наблюдалось.

В случае семян кукурузы, отваренных в течение 20 мин, увеличение продолжительности вакуумной обработки до 3 мин повышало энергию разрушения до максимального значения 0,212 Дж. Дальнейшее увеличение продолжительности вакуумной обработки снижало это значение до уровня 0,162 Дж.

При кипячении семян в течение 30 мин по мере увеличения продолжительности вакуумной обработки наблюдался рост энергии, необходимой для разрушения семян, с 0,130 Дж (для материала, не подвергавшегося вакуумному давлению) до 0,165 Дж (для материала, выдержанного под вакуумным давлением в течение 5 мин).

Таблица 1 - Уравнение регрессии и коэффициент детерминации R², характеризующие изменчивость содержания влаги в семенах кукурузы, подвергнутых варке и вакуумной обработке в течение 1, 3 и 5 мин (Т - время обработки).

Обработка	Уравнение регрессии	R ²
Кипячение 20 мин, давление 20 кПа	$u = -0,007t + 0,42$	0,84
Кипячение 30 мин, давление 20 кПа	$u = -0,008t + 0,47$	0,86

Таблица 2 - Уравнения регрессии и коэффициенты детерминации R², характеризующие изменчивость разрушительной силы семян кукурузы, проваренных и обработанных вакуумом, в течение (t - времени обработки).

Обработка	Уравнение регрессии	R ²
Кипячение 20 мин, давление 20 кПа	$F = -15,63t^2 + 28,79t + 236,49$	0,74
Кипячение 30 мин, давление 20 кПа	$F = 7,51t + 171,95$	0,94

Таблица 3 - Уравнения регрессии и коэффициенты детерминации R², характеризующие изменчивость разрушительной энергии семян кукурузы, проваренных и обработанных вакуумом в течение 1, 3 и 5 мин (t - время обработки).

Обработка	Уравнение регрессии	R ²
Кипячение 20 мин, давление 20 кПа	$E = -0,006t^2 + 0,029t + 0,17$	0,83
Кипячение 30 мин, давление 20 кПа	$E = 0,002t^2 + 0,014t + 0,132$	0,97

Таблица 4 - Уравнения регрессии и коэффициенты детерминации R², характеризующие изменчивость площади горизонтальной проекции для семян кукурузы, проваренных и обработанных вакуумом в течение 1, 3 и 5 мин (t - время обработки).

Обработка	Уравнение регрессии	R ²
Кипячение 20 мин, давление 20 кПа	$P = -0,938t^2 + 6,79t + 74,41$	0,96
Кипячение 30 мин, давление 20 кПа	$P = -0,872t^2 + 4,37t + 75,05$	0,69

На рисунке 6 показано изменение площади горизонтальной проекции семян кукурузы (в результате набухания), подвергнутых гидротермической обработке в течение 20 и 30 мин и предварительной вакуумной обработке при давлении 20 кПа.

Литература

- [1] Кузьменкова Н. М., Крикунова Л. Н. Влияние режима гидротермической обработки на реологические характеристики зерна кукурузы // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – Т. 329. – №. 5-6. – С. 78-81.

Применяемая гидротермическая обработка уменьшала площадь горизонтальной проекции отдельных семян кукурузы при продолжительности 20 мин в среднем на 1,3 мм², а при продолжительности 30 мин - на 3,4 мм².

Для семян кукурузы, варившихся в течение 20 мин, увеличение продолжительности вакуумного давления до 3 мин привело к увеличению площади горизонтальной проекции отдельных семян до максимального значения 87,35 мм², дальнейшее продление вакуумной обработки снизило это значение до уровня 75,13 мм².

Семена кукурузы, проваренные в течение 30 мин, показали максимальное значение площади горизонтального проецирования единичных семян после 1-минутной обработки вакуумным давлением (достигая более чем двукратного увеличения по отношению к материалу, не подвергавшемуся вакуумному давлению). Дальнейшее увеличение продолжительности вакуумной обработки постепенно снижало эту величину до уровня 75,6 мм² (для материала, находившегося под давлением более 5 мин).

На основании результатов исследования были получены уравнения регрессии и коэффициенты детерминации, представленные в таблицах 1 - 4.

Высокое значение коэффициента детерминации для всех полученных уравнений свидетельствует об очень хорошем соответствии уравнений полученным результатам.

Выводы

Продление обработки вакуумным давлением (20 кПа) в диапазоне 1 - 5 мин привело к снижению влагосодержания семян кукурузы для обеих применяемых длительностей предшествующей гидротермической обработки. Семена кукурузы, варившиеся более 20 мин в исследуемом диапазоне, показали максимальное значение разрушающей силы после 1-минутной обработки вакуумным давлением. Максимальная разрушительная энергия была обнаружена для образцов семян, подвергнутых гидротермической обработке в течение более 20 мин и вакуумному давлению в течение 3 мин. Во всем диапазоне длительностей вакуумного давления (20 кПа) более высокие значения разрушающей силы и энергии наблюдались для семян кукурузы, подвергнутых гидротермической обработке в течение 20 минут, по сравнению с образцами, подвергнутыми обработке в течение 30 мин.

References

- [1] Kuzmenkova N. M., Krikunova L. N. Influence of the hydrothermal treatment regime on the rheological characteristics of corn grain // News of higher educational institutions. Food technology. – 2012. – T. 329. – No. 5-6. – pp. 78-81.

- [2] Крикунова Л. Н., Кузьменкова Н. М., Гернет М. В. Исследование процесса предобработки зерна кукурузы на основе метода гидротермической обработки // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – №. 4 (23). – С. 43-47.
- [3] Анисимова Л. В., Выборнов А. А. Технологические свойства зерна ячменя при переработке в крупу и муку // Ползуновский вестник. – 2013. – №. 4-4. – С. 151-155.
- [4] Karanam M. et al. Effect of hydrothermal treatment on physical and semolina milling properties of barley // Journal of Food Engineering. – 2020. – T. 287. – С. 110142.
- [5] Hormdok R., Noomhorm A. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality // LWT-Food science and Technology. – 2007. – T. 40. – №. 10. – С. 1723-1731.
- [6] Lan H. et al. Impact of annealing on the molecular structure and physicochemical properties of normal, waxy and high amylose bread wheat starches // Food Chemistry. – 2008. – T. 111. – №. 3. – С. 663-675.
- [2] Krikunova L.N., Kuzmenkova N.M., Gernet M.V. Study of the process of preprocessing corn grain based on the method of hydrothermal treatment // Technology and technology of food production. – 2011. – No. 4 (23). – pp. 43-47.
- [3] Anisimova L.V., Vybornov A.A. Technological properties of barley grain during processing into cereals and flour // Polzunovsky Bulletin. – 2013. – No. 4-4. – pp. 151-155.
- [4] Karanam M. et al. Effect of hydrothermal treatment on physical and semolina milling properties of barley // Journal of Food Engineering. – 2020. – T. 287. – P. 110142.
- [5] Hormdok R., Noomhorm A. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality // LWT-Food science and Technology. – 2007. – T. 40. – No. 10. – pp. 1723-1731.
- [6] Lan H. et al. Impact of annealing on the molecular structure and physicochemical properties of normal, waxy and high amylose bread wheat stars // Food Chemistry. – 2008. – T. 111. – No. 3. – pp. 663-675.

Сведения об авторах

Information about the authors

Павлова Юлия Александровна студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Pavlova Yulia Alexandrovna student of the department «Food productions» Penza State Technological University
Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru	Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru

Использование порошка топинамбура в технологии производства макаронных изделий

Суркова Е.А., Пчелинцева О.Н.

Аннотация. В данной исследовательской работе представлена возможность замены части пшеничной муки на порошок топинамбура в рецептуре макаронных изделий для расширения ассортимента выпускаемой продукции и улучшения потребительских свойств. В ходе работы было разработано три рецептуры с частичной заменой пшеничной муки на порошок топинамбура в количестве от 5 до 15%. Проведенная органолептическая оценка образцов показала, что наилучшими органолептическими показателями обладал образец № 2, с заменой пшеничной муки на порошок топинамбура в количестве 10%. Замена 5% порошком топинамбура не принесла значительных изменений, а замена 15% порошком топинамбура привела к небольшим ухудшениям свойств.

Ключевые слова: макаронные, изделия, мука, пшеничная, порошок, топинамбур, оценка, органолептический.

Для цитирования: Суркова Е.А., Пчелинцева О.Н. Использование порошка топинамбура в технологии производства макаронных изделий // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 21–24.

Use of topinambour powder in pasta production technology

Surkova E.A., Pchelintseva O.N.

Abstract. This research work presents the possibility of replacing part of the wheat flour with Jerusalem artichoke powder in the pasta recipe to expand the range of products and improve consumer properties. During the work, three recipes were developed with partial replacement of wheat flour with Jerusalem artichoke powder in amounts from 5 to 15%. The organoleptic assessment of the samples showed that sample No. 2 had the best organoleptic indicators, with the replacement of wheat flour with Jerusalem artichoke powder in an amount of 10%. Replacing 5% Jerusalem artichoke powder did not bring significant changes, and replacing 15% Jerusalem artichoke powder led to a slight deterioration in properties.

Keywords: pasta, products, flour, wheat, powder, Jerusalem artichoke, assessment, organoleptic.

For citation: Surkova E.A., Pchelintseva O.N. Use of topinambour powder in pasta production technology. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 21–24. (In Russ.).

Введение

В современном мире многие люди употребляют пищу, содержащую большое количество животных жиров и простых углеводов. Отсутствие в своем рационе достаточного количества овощей, фруктов и морепродуктов приводит к появлению избыточного веса и ожирению и в связи с этим увеличивается риск заболеваний, распространенность которых увеличилась за последние 10 лет в несколько раз.

В настоящее время появилась проблема повышения культуры питания. Необходимо, чтобы ежедневный рацион соответствовал энергетическим

затратам организма и физиологическим потребностям [1, 6].

Пища, которую мы потребляем каждый день, должна быть полноценной и обеспечивать все функции организма. Поэтому разработка новых функциональных пищевых продуктов является на данный момент актуальной. Функциональные пищевые продукты – это те продукты, которые помимо традиционной пищевой ценности, обладают дополнительными свойствами за счет добавления (обогащения) новых или уже существующих дополнительных ингредиентов [4, 6].

За последнее время функциональные продукты пользуются у населения большой популяр-

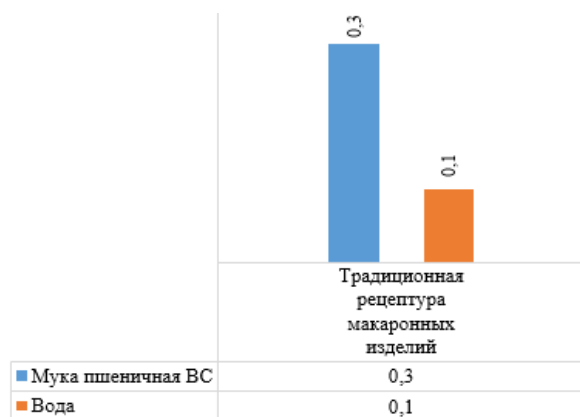


Рис.1. Традиционная рецептура макаронных изделий

ностью. Такие продукты имеют в своем составе физиологические компоненты, которые обладают научно доказанными и обоснованными свойствами, благодаря которым компенсируется недостаток питательных веществ в организме [4, 5].

В данной работе в качестве функционального пищевого ингредиента предлагается частичная замена пшеничной муки на порошок из клубней топинамбура. [1, 3]

Топинамбур - продукт с высокой пищевой ценностью. В клубнях топинамбура содержится, %: влаги — до 78,0; клетчатки — до 2,1; сахара — до 4,3; азотистых веществ — до 8,5; жира — до 0,5; золы — до 1,1.

Топинамбур содержит (мг на 100 г массы сухого вещества): железа — до 12; кремния — до 8; цинка — до 500; магния — до 30; калия — до 200; марганца — до 45; фосфора — до 500; кальция — до 40. [4]

Особенностью топинамбура является высокое содержание в клубнях белка (до 3,2 %), представленного 18 аминокислотами, в том числе всеми незаменимыми: аргинин, валин, гистидин, изолейцин,

лизин, метеонин, треонин, триптофан и фенилаланин.

Витаминный состав клубней топинамбура (мг на 100 г массы сухого вещества): витамин С — 98,1 — 108,1; В1 — до 1,2; В2 — 4,0 — 7,9; В3 — 2,4 — 8,8; В5 — 0,2 — 0,9; В6 — 0,12 — 0,22; В7 — 10,0 — 24,0. Содержание витамина С, в топинамбуре в 30 — 50 раз, а витамина В7(биотина) в 5 раз выше, чем в картофеле. Значительное количество витамина В1 (тиамина) в топинамбуре делает его хорошим адаптогенным и лечебным средством при явной и скрытой его недостаточности.

Топинамбур рекомендуется употреблять при повышенной физической и психоэмоциональной нагрузке, а также при снижении работоспособности и быстрой утомляемости. [6]

Целью исследования является использование порошка топинамбура в технологии приготовления макаронных изделий.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования были приняты макаронные изделия, приготовленные по стандартной рецептуре, и макаронные изделия, в которых пшеничная мука частично была заменена на порошок топинамбура.

Варианты замены: 5, 10 и 15%. В исследованиях были приняты стандартные методы, которые позволили определить органолептические показатели (ГОСТ 31743-2017) исследуемых объектов. [2]

Традиционная рецептура макаронных изделий приведена на рисунке 1.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 рассчитаны рецептуры макаронных изделий с различными дозировками порошка топинамбура.

Для приготовления макаронных изделий была применена традиционная рецептура.

После оценки качества образцов можно сделать вывод, что изделие, в котором была замена пшеничной муки на порошок топинамбура в количестве 5%, никак изменило свои потребительские свойства. Замена 10% повлияла на внешний вид готового изделия, цвет стал более насыщенным и появился небольшой приятный вкус топинамбура. Замена в количестве 15% показала ухудшение потребительских свойств. Вкус оказался горьковатым.

Была проведена органолептическая оценка готовых изделий, результаты которой представлены в таблице 2.

На следующем этапе работы была составлена балловая оценка макаронных изделий с различной дозировкой порошка топинамбура по 5-бальной шкале.

От 0-2 «неудовлетворительно», 3 «удовлетворительно», 4 «хорошо», 5 «отлично».

В результате было выявлено, что самой опти-

Таблица 1 - Рецептуры макаронных изделий с частичной заменой пшеничной муки на порошок топинамбура

Наименование сырья	Контроль	Образцы макаронных изделий с порошком топинамбура		
		№ 1 (5%)	№ 2 (10%)	№ 3 (15%)
	Масса, кг			
Мука пшеничная ВС	0,3	0,285	0,27	0,255
Порошок топинамбура	0	0,015	0,03	0,045
Вода	0,1	0,1	0,1	0,1
Итого	0,4	0,4	0,4	0,4
Выход	0,294	0,294	0,294	0,294
Влажность, %	13	13	13	13

Таблица 2 - Оценка макаронных изделий с различной дозировкой порошка топинамбура

Показатель	Образец, приготовленный по традиционной рецептуре	Образец № 1 (5%)	Образец № 2 (10%)	Образец № 3 (15%)
Вкус и запах	Вкус и запах компонентов, которые входят в рецептуру.	У изделия появился небольшой привкус и запах топинамбура	Вкус и запах топинамбура стал более выраженный	Появился очень сильный запах и привкус топинамбура
Форма	Фигурная (облака), правильная	Лапша, правильная	Фигурная (облака), правильная	Фигурная (облака), с неровностями
Поверхность	Гладкая, без вкраплений	Гладкая, присутствуют небольшие вкрапления	Слегка шероховатая, с вкраплением	Шероховатая, с сильными вкраплением
Цвет	Однородный по всему изделию	Присутствует коричневатый оттенок	Светло-коричневый	Не равномерный, коричневый
Вид в изломе	Тесто хорошо промешано, излом стекловидный	Тесто хорошо промешано, излом стекловидный	Тесто хорошо промешано, излом стекловидный	Тесто хуже промешано, излом с вкраплениями

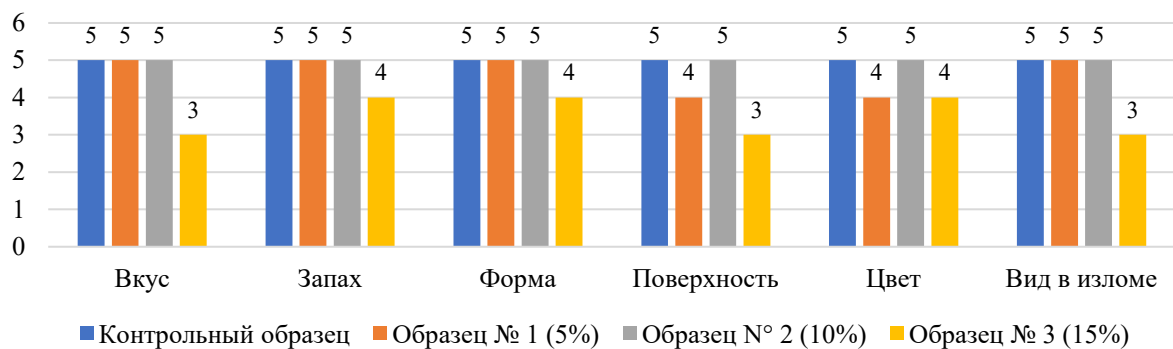


Рис. 2. Балловая оценка образцов с добавлением порошка топинамбура



Рис. 3. Образцы теста для макаронных изделий: слева направо – контрольный образец; образец №1 (5% порошка топинамбура); образец №2 (10% порошка топинамбура); образец №3 (15% порошка топинамбура)



Рис. 4. Образцы макаронных изделий после отвалаживания: слева направо – контрольный образец (форма фигурная (облака)); образец №1 (лапша); образец №2 (форма фигурная (облака)); образец №3 (форма фигурная (облака))

мальной заменой пшеничной муки на порошок топинамбура является замена в количестве 10%.

Оценка изделий представлена на рисунке 2.

На рисунке 3 представлены образцы теста для макаронных изделий; на рисунке 4 представлены макаронные изделия после отвалаживания.

Выводы

В результате проведенных исследований было

выявлено, что замена пшеничной муки на порошок топинамбура в количестве 10% не ухудшает потребительские свойства макаронных изделий и позволяет получить функциональный пищевой продукт для употребления его каждый день, который направлен на здоровое население различного возраста.

Готовые изделия (образец №2) имеют приятный вкус и запах топинамбура (сладковатый, немного ореховый). Цвет изделий светло-коричневый.

Целесообразность использования порошка топинамбура в рецептурах макаронных изделий обусловлена высокими органолептическими показателями и снижению калорийности готовых изделий,

что способствует использованию макаронных изделий по разработанной рецептуре в качестве функционального пищевого продукта.

Литература

- [1] ГОСТ 26574-2017. Межгосударственный стандарт. Мука пшеничная. Технические условия
- [2] ГОСТ 31743-2017. Изделия макаронные. Общие технические условия
- [3] Технические условия ТУ 9164-001-17912573-2001 «Порошок из клубней топинамбура»
- [4] Батищева, Н. В. Производство макаронных изделий с использованием порошка из клубней топинамбура / Н. В. Батищева, Л. М. Денисова // Парадигма. – 2022. – № 5. – С. 3-6. – EDN ODKWLL.
- [5] Мalyutina, Т. Н. Применение порошка топинамбура для диетических макаронных изделий / Т. Н. Мalyutina, Л. А. Лобосова // Материалы LIII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2014 год, посвященной 85-летию ВГУИТ, Воронеж, 24–26 марта 2015 года. Том Часть 1. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015. – С. 120. – EDN VJMUEN.
- [6] Системный подход к обогащению макаронных изделий плодовоовощными порошками / Е. В. Иночкина, Г. И. Касьянов, А. М. Медведев, С. М. Силинская // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № S9. – С. 486-495. – EDN MXPECG.

References

- [1] GOST 26574-2017. Interstate standard. Wheat flour. Technical conditions
- [2] GOST 31743-2017. Pasta products. General technical conditions
- [3] Technical specifications of TU 9164-001-17912573-2001 «Jerusalem artichoke tuber powder»
- [4] Batishcheva, N. V. Production of pasta using powder from jerusalem artichoke tubers / N. V. Batishcheva, L. M. Denisova // Paradigm. – 2022. – No. 5. – pp. 3-6. – EDN ODKWLL.
- [5] Malyutina, T. N. The use of jerusalem artichoke powder for dietary pasta / T. N. Malyutina, L. A. Lobosova // Materials of the LIII reporting scientific conference of VSUIT teachers and researchers for 2014, dedicated to the 85th anniversary of VSUIT, Voronezh, March 24–26, 2015. Volume Part 1. – Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies, 2015. – p. 120. – EDN VJMUEN.
- [6] A systematic approach to the enrichment of pasta with fruit and vegetable powders / E. V. Inochkina, G. I. Kasyanov, A.M. Medvedev, S. M. Silinskaya // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2019. – No. S9. – pp. 486-495. – EDN MXPECG.

Сведения об авторах

Information about the authors

Суркова Екатерина Андреевна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Surkova Ekaterina Andreevna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University
Пчелинцева Ольга Николаевна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(906) 398-90-80 E-mail: pchelincevaon@yandex.ru	Pchelintseva Olga Nikolaevna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(906) 398-90-80 E-mail: pchelincevaon@yandex.ru

Изучение свойств модифицированного фосфором и глицином экструдированного крахмала

Таропин В.Н., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье изучались свойства крахмальных препаратов, полученных из крахмала, экструдированного при различных температурах и подвергнутого обжигу либо с фосфатами, либо с фосфатами и глицином. Были определены следующие характеристики: цветовая разница, содержание фосфора, термические характеристики желатинизации с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), водопоглощение и водорастворимость, вязкость, чувствительность препаратов к активности амилоглюкозидазы. Модификация крахмала фосфором привела к значительному уменьшению различий некоторых свойств, возникающих в результате различных температур процесса экструзии, по сравнению с крахмалом, не подвергнутом химической модификации. Обжиг крахмала, экструдированного с фосфатами и глицином, привел к его значительному потемнению (коричневому цвету) и снижению водопоглощения, определяемому в холодных условиях, по сравнению с крахмалом, подвергнутому обжигу только с фосфатами. Модификация фосфатами и глицином не вызвала ожидаемого изменения чувствительности препаратов к активности амилоглюкозидазы. Монофосфаты, полученные из экструдированного картофельного крахмала, характеризовались устойчивостью к действию амилоглюкозидазы около 30% и высокой (около 90%) растворимостью в воде.

Ключевые слова: картофельный крахмал, экструзия, монофосфат крахмала, глицин.

Для цитирования: Таропин В.Н., Фролов Д.И. Изучение свойств модифицированного фосфором и глицином экструдированного крахмала // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 25–31.

Study of properties of extruded starch modified by phosphorus and glycine

Taropin V.N., Frolov D.I.

Abstract. In this article, the properties of starch preparations obtained from starch extruded at different temperatures and subjected to firing with either phosphate or phosphate and glycine were studied. The following characteristics were determined: color difference, phosphorus content, thermal characteristics of gelatinization by differential scanning calorimetry (DSC), water absorption and water solubility, viscosity, and sensitivity of the preparations to amyloglucosidase activity. Modification of starch with phosphorus resulted in a significant reduction in the differences of some properties resulting from different temperatures of the extrusion process compared to starch not chemically modified. The firing of starch extruded with phosphates and glycine resulted in a significant darkening (brown color) and a decrease in water absorption, determined under cold conditions, compared to starch fried with phosphates alone. Modification with phosphates and glycine did not cause the expected change in the sensitivity of the preparations to amyloglucosidase activity. Monophosphates obtained from extruded potato starch were characterized by resistance to amyloglucosidase activity of about 30% and high (about 90%) solubility in water.

Keywords: potato starch, extrusion, starch monophosphate, glycine.

For citation: Taropin V.N., Frolov D.I. Study of properties of extruded starch modified by phosphorus and glycine. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 25–31. (In Russ.).

Введение

Материал, подвергнутый процессу экструзии, подвергается воздействию высокой температуры, механических сил и повышенного давления. За короткий промежуток времени крахмал превращается в пластичную массу, а затем в результате быстрого снижения давления и испарения воды получается продукт с характерной консистенцией. При этом нарушается структура крахмальных гранул, изменяются степень кристалличности и ее пространственное расположение. Экструзия вызывает повышение водорастворимости и снижение вязкости крахмальных клейстеров [1], а также снижает чувствительность крахмальных препаратов к активности амилаз [2]. Продуктами химической модификации крахмала, характеризующимися растворимостью в холодной воде [3] и пониженной восприимчивостью к активности амилаз [4], являются монофосфаты крахмала. Степень замещения фосфатами, а значит и свойства получаемого модифицированного препарата, в основном определяются влажностью и происхождением крахмала, а также временем и температурой его обжига. Снижение чувствительности крахмала к ферментативной активности обусловлено изменением его структуры [5]. Обжарка крахмала с фосфатами или глицином приводит к образованию сложных эфиров и соединений типа Майяра, которые ухудшают доступ фермента к цепи крахмала [6]. Сочетание физической модификации (экструзии) с химической (обжиг с фосфатами или с фосфатами и глицином) может привести к получению крахмальных препаратов с высокой водорастворимостью и пониженной восприимчивостью к амилолитическому разложению.

Целью исследований было определение свойств препаратов крахмала, полученных из крахмала, экструдированного при различных температурах и подвергнутого обжигу либо с фосфатами, либо с фосфатами и глицином.

Объекты и методы исследования

Картофельный крахмал влажностью 25% экструдировали в одношнековом лабораторном экструдере ЭК-40 при следующих температурах 50-60-70°C, 100-110-120°C и 150-160-170°C. Далее измельчали и просеивали через сито с размером ячеек 400 мкм. Три препарата экструдированного крахмала, полученные таким способом, разделили на три порции: первый обжаривали при температуре 160°C в течение 3 ч, второй модифицировали фосфором, третий модифицировали фосфором и глицином. Для получения монофосфатов крахмала водный раствор (100 мл) фосфатов натрия (10,44 г $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ и 52,54 г $\text{NaHPO}_4 \times 12\text{H}_2\text{O}$) тщательно смешивали с 200 г экструдированного крахмала, сушили при температуре 60°C в течение 12 ч до влажности 10% и обжаривали при температуре 160°C в течение 3 часов. Третью порцию подвер-

гали совместному действию фосфора и глицина. Водный раствор глицина (20 г глицина) и раствор фосфатов натрия (10,44 г $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ и 52,54 г $\text{NaHPO}_4 \times 12\text{H}_2\text{O}$) смешивали с 200 г экструдированного крахмала, а затем сушили и обжаривали, как описано выше для монофосфата крахмала. Для удаления остатков реагентов все препараты промывали последовательно тремя порциями (по 300 мл) 60%-ного и одной порцией 96%-ного этилового спирта. Модифицированные препараты сушили при комнатной температуре и просеивали через сито с размером ячеек 400 мкм.

Полученные препараты экструдированного и обжаренного крахмала (Е70п, Е120п, Е170п), экструдированного и фосфатно-модифицированного крахмала (Е70ф, Е120ф, Е170ф), а также экструдированного и модифицированного фосфатами и глицином (Е70фг, Е120фг, Е170фг) были подвергнуты следующим анализам:

1) цветовая разница (потемнение) АЕ, рассчитанная по значениям цветовой шкалы Хантера (L, a, b) и определенная с помощью хронометра относительно нативного крахмала. Разница в цвете рассчитывалась по следующей формуле:

$$AE = (AL2 + Aa2 + Ab2)1/2;$$

2) содержание фосфора спектрофотометрическим методом после сухого сжигания в микроволновой системе пробоподготовки;

3) термические характеристики желатинизации с использованием дифференциального сканирующего калориметра, в диапазоне температур 25-100°C и скорости нагрева 10°C/мин. Навеска крахмала по 30 мг. К навескам добавляли бидистиллированную воду в соотношении 3:1. После закрытия сосудов образцы выдерживали в течение 24 ч при комнатной температуре и измерения проводили в пустом эталонном сосуде;

4) водопоглощение и растворимость в воде при температуре 30° или 80°C;

5) вязкость (η_{50}) 5%-ной пасты при температуре 50°C, снятой по кривой текучести ($\gamma = 0 - 300$),

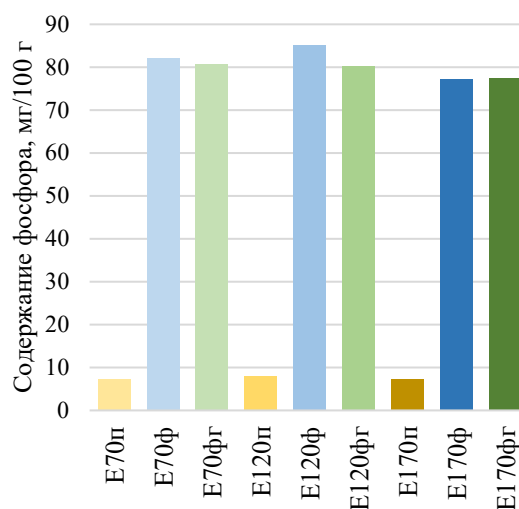


Рис.1. Содержание фосфора в препаратах крахмала

Таблица 1 - Температуры желатинизации, теплоты перехода и средняя удельная теплоемкость крахмальных препаратов, определенные по термическим характеристикам ДСК

Тип препарата	Начальная температура (°C)	Конечная температура (°C)	Теплота перехода (Дж/г)	Средняя удельная теплоемкость (Дж/г·°C)
E70п	47	81,9	3	0,09
E70ф	47,7	71,4	1,2	0,08
E70фг	47,9	72,8	1,5	0,06
E120п	47,9	82,5	3,7	0,11
E120ф	49,5	76,2	1,4	0,05
E120фг	49,5	75,3	1,5	0,06
E170п	48,6	79,9	4,9	0,16
E170ф	47,3	77,9	1,9	0,07
E170фг	48	79,6	2,4	0,07

построенной с использованием ротационного вискозиметра при скорости сдвига 50 c^{-1} ;

б) чувствительность препаратов к активности амилоглюкозидазы. Содержание свободной глюкозы определяли колориметрически с использованием реагента для определения концентрации глюкозы, содержащего глюкозооксидазу и пероксидазу. Содержание глюкозы определяли по кривой, с использованием аналитически чистых растворов глюкозы. Осахаривание рассчитывали по теоретическому содержанию глюкозы, полученной в результате общего осахаривания навески крахмала.

Результат гидролиза считался окончательным, если три последующих результата не отличались друг от друга.

Результаты были статистически обработаны с использованием дисперсионного анализа при уровне достоверности $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Экструдированный, а затем обжаренный крахмал характеризовался несколько более темным цветом, чем нативный крахмал. При этом наблюдалась следующая тенденция: чем ниже температура экструзии, тем заметнее разница. Экструзия при температуре 150-160-170°C вызвала потемнение крахмала на 3,5%, а проведенная при температуре 50-60-70°C на 6,5%. Обжиг с фосфатами вызывал изменение цвета препаратов крахмала на бледно-желтый, характерный для монофосфатов крахмала. Это отразилось на коэффициенте АЕ, варьирующемся от 16 до 27%. Наибольшее изменение цвета наблюдалось у препаратов, обжаренных с фосфатами и глицином, которые имели коричневый цвет с коэффициентом затемнения АЕ 34-39%. Столь существенное изменение цвета указывает на то, что при обжаривании крахмала с глицином происходит реакция Майяра, приводящая к характерному коричневому цвету.

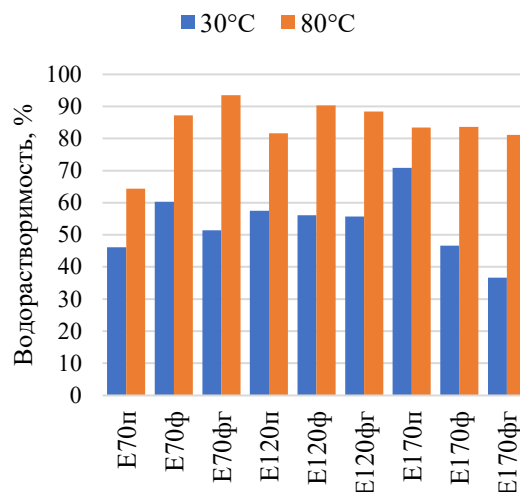


Рис. 2. Водорастворимость препаратов крахмала, определенная при 30°C и 80°C

Обжиг с фосфатами, а также с фосфатами и глицином влияет на десятикратное увеличение содержания фосфора в препаратах по сравнению с препаратами крахмала, не подвергнутыми химической модификации (рис. 1). Содержание фосфора в обжаренных препаратах колебалось от 73 до 83 мг/100 г, а в обжаренных либо с фосфатами, либо с фосфатами и глицином - от 775 до 854 мг/100 г крахмала. Концентрация фосфора в нативном крахмале определяется главным образом типом крахмала, например, в картофельном крахмале она колеблется от 60 до 90 мг/100 г, тогда как в монофосфатах, полученных из картофельного крахмала обжариванием в течение 3 ч при температуре 160°C составляет примерно 800 мг/100 г крахмала.

Термические характеристики препаратов крахмала показали наличие фракций крахмала, переход которых в воду протекает в широком диапазоне температур при относительно низкой теплоте перехода (табл. 1). Диапазон температур и теплоты перехода зависел от применения модификации. Наибольшая теплота перехода отмечена для препаратов экструдированного и обжаренного крахмала (3,0-4,9 Дж/г), увеличение значений теплоты наблюдалось при повышении температуры экструзии. Также начальная и конечная температуры оказались обусловлены температурой процесса экструзии: чем выше температура экструзии, тем выше начальная температура (47-48,6°C) и тем ниже конечная температура (81,8-79,8°C) перехода. Увеличение теплоты при уменьшении диапазона температур перехода вызывало и увеличение средней теплоемкости, которая увеличивалась от 0,09 до 0,16 Дж/г°C вместе с повышением температуры экструзии. Химическая модификация привела к снижению теплоемкости до уровня 0,05-0,08 Дж/г°C и примерно двукратное снижение теплоты перехода крахмала, которая колебалась от 1,2 до 2,4 Дж/г и увеличивалась при повышении температуры экструзии.

Начальная температура перехода колебалась от 47,3 до 49,5°C. Конечная температура, которая

была выше в случае крахмала, экструдированного при более высоких температурах, колебалась от 71,4 до 79,6°C. Величина теплоты перехода крахмала определяется нарушением структуры цепей крахмала, расположенных в двойных спиральных. В свою очередь, было обнаружено, что увеличение диапазона температур, оказывающее обратное пропорциональное влияние на величину средней удельной теплоты перехода, влияет на деградацию кристаллических структур крахмала [7]. Если рассматривать экструдированный крахмал как своего рода крахмальную пасту очень высокой концентрации, то можно предположить, что в нем происходит медленная перестройка спиральных структур и рекристаллизация крахмала.

Наблюдаемые изменения могут усиливаться при обжиге экструдированного крахмала. Нагревание крахмала приводит к процессам деполимеризации, трансглюкозидирования и реполимеризации, происходящим внутри его молекулы [8]. Удлинение времени процесса декстринизации сопровождается увеличением числа нетипичных для крахмала 1,3 и 1,2 связей между глюкозными остатками образующихся декстринов.

Было обнаружено, что водорастворимость экструдированного и обжаренного крахмала увеличивается вместе с увеличением температуры экструзии (рис. 2). Растворимость в воде, определенная в холодных условиях (при температуре 30°C), колебалась от 46,3 до 71,1%, а в горячих условиях (при температуре 80°C) - от 64,2 до 83,2%. Модификация крахмала фосфором повлияла на уменьшение различий в его растворимости в воде, обусловленных разной температурой экструзии. Растворимость в воде, определенная в холодных условиях, колебалась от 47 до 60%, тогда как в горячих условиях она составила 84%, независимо от температуры экструзии крахмала. Аналогичная тенденция наблюдается и в случае препаратов, модифицированных фосфором и глицином.

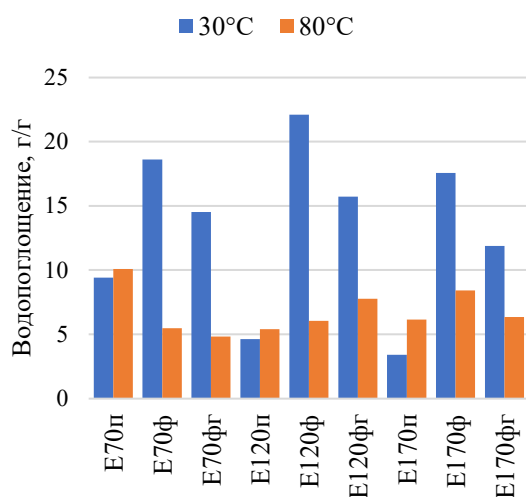


Рис. 3. Водопоглощение препаратов крахмала, определенное при 30°C и 80°C

Их растворимость, определенная при температуре 30°C, колебалась от 51,4 до 55,7%, а определенная при температуре 80°C между 80,9 и 93,4%. Исключением стал препарат E170фг, растворимость которого по данным достигала 36,9%. Экструдированный крахмал характеризуется существенно более высокой растворимостью в воде, чем нативный крахмал, и степень этих изменений определяется, прежде всего, типом крахмала, его влажностью перед экструзией и ее параметрами, особенно температурой. Для монофосфатов крахмала характерна также высокая растворимость в воде, зависящая главным образом от времени и температуры обжига. Сочетание обеих модификаций позволило получить препараты со значительной растворимостью в воде.

Водопоглощение экструдированного и обжаренного крахмала, определенное при температуре 30 или 80°C, колебалось от 3,5 до 10,2 г воды на 1 г крахмала (рис. 3). Фосфорилирование крахмала вызывало значительное увеличение водопоглощения, определяемого в холодных условиях. Экструдированный крахмал, обжаренный с фосфатами при самой низкой температуре (50-60-70°C), обугливался примерно в 2 раза, а экструдированный при более высоких температурах (100-110-120 и 150-160-170°C) - примерно в 5 раз больше, чем крахмал, не модифицированный химическим путем. Высокое водопоглощение монофосфатов крахмала подтверждено в ряде научных работ. Способность к водопоглощению, определенная в жарких условиях, была значительно ниже и достигала нескольких процентов. Вероятно, это связано с высокой (80-90%) растворимостью образующихся монофосфатов крахмала. Обжиг крахмала с фосфатами и глицином приводил к уменьшению (на 22-32%) водопоглощающей способности при температуре 30°C по сравнению с монофосфатами крахмала. Модификация крахмала не оказала существенного влияния на его низкое водопоглощение, измеренное в жарких условиях.

Обжаренный экструдированный крахмал образовывал пасты с низкой вязкостью (0,029-0,06 мПа·с), которая снижалась с увеличением температуры экструзии (рис. 4). Такая зависимость обусловлена интенсивной деградацией крахмала, протекающей при более высоких температурах процесса экструзии. Химическая модификация крахмала в значительной степени ослабила влияние условий экструзии на вязкость приготовленной пасты, которая в случае монофосфатов крахмала составляла от 0,024 до 0,027 мПа·с, а в случае препаратов, модифицированных фосфатами и глицином - от 0,019 до 0,025 мПа·с. Более низкая вязкость паст, приготовленных из крахмала, модифицированного фосфатами и глицином, по сравнению с монофосфатами, скорее всего, обусловлена гидролитическим действием аминокислотной кислоты (глицина).

Образование монофосфатов сопровождается сопутствующим термолизом крахмала, влияющим

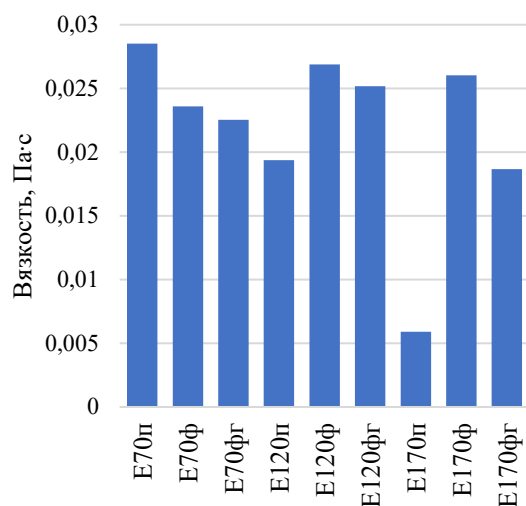


Рис. 4. Вязкость η_{sp}/c 5% крахмальных клейстеров при температуре 50°C

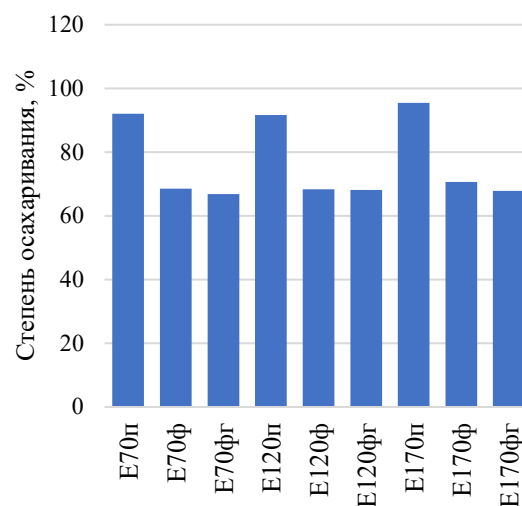


Рис. 5. Осахаривание препаратов крахмала

на снижение вязкости, а также фосфорилированием, вызывающим повышение вязкости приготовленных паст. По-видимому, на выравнивание вязкости исследованных паст в гораздо большей степени повлияла одинаковая и относительно высокая степень замещения фосфором, чем различия в молекулярной массе крахмала, экструдированного при различных температурах.

Установлено, что чувствительность химически немодифицированного крахмала к активности амилоглюкозидазы не зависит от температуры экструзии и достигает 93% (рис. 5). Полученные монофосфаты крахмала, а также крахмалы, обжаренные с фосфатами и глицином, характеризовались на 25% ниже склонностью к гидролизу. Неполная ферментативная деградация экструдированного крахмала была подтверждена в исследованиях других авторов [9, 10, 11]. Одновременная модификация соединениями фосфора и глицином не вызвала ожидаемых изменений в чувствительности производимых препаратов к активности амилоглюкозидазы.

Выводы

Исследованные препараты крахмала различались по своим свойствам, причем направление и степень этих изменений зависели от температуры экструзии и применяемой химической модификации. Наибольшие различия наблюдались у экструдированных и обжаренных препаратов, свойства которых определялись преимущественно температурой процесса экструзии. Экструдированный крахмал, обжаренный с соединениями фосфора, имел более темный цвет (желтый), содержал зна-

чительно больше фосфора, характеризовался меньшей теплотой перехода, в несколько раз более высоким водопоглощением, определяемым в холодных условиях, и меньшей восприимчивостью к активности амилазы, по сравнению с экструдированным и обжаренным крахмалом.

Модификация крахмала фосфором привела к значительному смягчению различий некоторых свойств, возникающих в результате различных температур процесса экструзии, по сравнению с крахмалом, не подвергнутым химической модификации. Все монофосфаты крахмала характеризовались одинаковой теплотой и удельной теплотой перехода, одинаковой растворимостью, определенной в горячих условиях, одинаковой растворимостью, определенной в холодных условиях, а также сходным водопоглощением, определенным в горячих условиях, вязкостью приготовленных паст и одинаковой восприимчивостью к активности амилоглюкозидазы.

Модификация крахмала, экструдированного с фосфатами и глицином, привела к его значительному потемнению (коричневому цвету) и снижению водопоглощения, определяемому в холодных условиях, по сравнению с крахмалом, обжаренным только с фосфатами. Модификация фосфатами и глицином не вызвала ожидаемого изменения чувствительности препаратов к активности амилоглюкозидазы. Монофосфаты, полученные из экструдированного картофельного крахмала, характеризовались 30% устойчивостью к активности амилоглюкозидазы и высокой (около 90%) водорастворимостью.

Литература

- [1] Govindasamy S., Campanella O. H., Oates C. G. Influence of extrusion variables on subsequent saccharification behaviour of sago starch // Food chemistry. – 1995. – Т. 54. – №. 3. – С. 289-296.

References

- [1] Govindasamy S., Campanella O. H., Oates C. G. Influence of extrusion variables on subsequent saccharification behavior of sago starch // Food chemistry. – 1995. – Т. 54. – No. 3. – pp. 289-296.

- [2] Ge X. et al. Mechanistic insights into the supramolecular structure and physicochemical properties of twin-screw extruded high amylose corn starch with different amylose content by improved electron beam irradiation // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2023. – C. 103414.
- [3] Hernández H. A. R. et al. Complexation of octenyl succinic anhydride-esterified corn starch/polyphenol-rich Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract: Structural and digestibility features // *Food Hydrocolloids*. – 2023. – T. 145. – C. 109125.
- [4] Benavent-Gil Y., Rosell C. M. Morphological and physicochemical characterization of porous starches obtained from different botanical sources and amylolytic enzymes // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2017. – T. 103. – C. 587-595.
- [5] Wang Z. et al. Synthesis and Functions of Resistant Starch // *Advances in nutrition* (Bethesda, Md.). – C. S2161-8313 (23) 01322-4.
- [6] Obadi M., Xu B. Review on the physicochemical properties, modifications, and applications of starches and its common modified forms used in noodle products // *Food Hydrocolloids*. – 2021. – T. 112. – C. 106286.
- [7] Суворова А. И., Тюкова И. С., Труфанова Е. И. Биоразлагаемые полимерные материалы на основе крахмала // *Успехи химии*. – 2000. – Т. 69. – №. 5. – С. 494-504.
- [8] Донков С. А., Кадетова М. Ю. Ферментативный гидролиз крахмала и крахмалсодержащего растительного сырья при получении сахаросодержащих продуктов для животноводства (обзор патентов) // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2019. – №. 3 (144). – С. 116-121.
- [9] Шабурова Г. В., Курочкин А. А., Воронина П. К. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов // *Техника и технология пищевых производств*. – 2014. – №. 1 (32). – С. 90-96.
- [10] Zhang B. et al. Extrusion induced low-order starch matrices: Enzymic hydrolysis and structure // *Carbohydrate Polymers*. – 2015. – T. 134. – C. 485-496.
- [11] Liu W. C., Halley P. J., Gilbert R. G. Mechanism of degradation of starch, a highly branched polymer, during extrusion // *Macromolecules*. – 2010. – T. 43. – №. 6. – C. 2855-2864.
- [2] Ge X. et al. Mechanistic insights into the supramolecular structure and physicochemical properties of twin-screw extruded high amylose corn starch with different amylose content by improved electron beam irradiation // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2023. – P. 103414.
- [3] Hernández H. A. R. et al. Complexation of octenyl succinic anhydride-esterified corn starch/polyphenol-rich Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract: Structural and digestibility features // *Food Hydrocolloids*. – 2023. – T. 145. – P. 109125.
- [4] Benavent-Gil Y., Rosell C. M. Morphological and physicochemical characterization of porous stars obtained from different botanical sources and amylolytic enzymes // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2017. – T. 103. – P. 587-595.
- [5] Wang Z. et al. Synthesis and Functions of Resistant Starch // *Advances in nutrition* (Bethesda, Md.). – S. S2161-8313 (23) 01322-4.
- [6] Obadi M., Xu B. Review on the physicochemical properties, modifications, and applications of stars and their common modified forms used in noodle products // *Food Hydrocolloids*. – 2021. – T. 112. – P. 106286.
- [7] Suvorova A.I., Tyukova I.S., Trufanova E.I. Biodegradable polymer materials based on starch // *Advances in chemistry*. – 2000. – T. 69. – No. 5. – pp. 494-504.
- [8] Donkov S. A., Kadetova M. Yu. Enzymatic hydrolysis of starch and starch-containing plant raw materials in the production of sugar-containing products for livestock (review of patents) // *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. – 2019. – No. 3 (144). – pp. 116-121.
- [9] Shaburova G.V., Kurochkin A.A., Voronina P.K. Increasing the technological potential of unmalted grain products // *Technology and technology of food production*. – 2014. – No. 1 (32). – P. 90-96.
- [10] Zhang B. et al. Extrusion induced low-order starch matrices: Enzymic hydrolysis and structure // *Carbohydrate Polymers*. – 2015. – T. 134. – P. 485-496.
- [11] Liu W. C., Halley P. J., Gilbert R. G. Mechanism of degradation of starch, a highly branched polymer, during extrusion // *Macromolecules*. – 2010. – T. 43. – No. 6. – pp. 2855-2864.

Сведения об авторах

Information about the authors

Таропин Валерий Николаевич магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Taropin Valery Nikolaevich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University
Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru	Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru

Исследование процесса сушки сельдерея методом псевдоожижения

Фролов Д.И., Полосина Е.И.

Аннотация. В статье проведены исследования процесса сушки нарезанного сельдерея методом псевдоожижения. При этом использовалась теоретическая модель сушки нарезанных овощей в первом периоде и упрощенная модель во втором периоде. Проверка этих моделей и определение области их применения показали, что наиболее важным в обмене воды в этом процессе является внутренний обмен массы и тепла. Их динамика зависит от начальной скорости сушки в первый период. Предложена новая модель сушки в кипящем слое и проверена на нарезке сельдерея.

Ключевые слова: псевдоожижение, теоретическая модель, сельдерей, сушка.

Для цитирования: Фролов Д.И., Полосина Е.И. Исследование процесса сушки сельдерея методом псевдоожижения // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 32–37.

Investigation of celery drying process by fluidisation method

Frolov D.I., Polosina E.I.

Abstract. The article studies the process of drying chopped celery using the fluidization method. In this case, a theoretical model of drying chopped vegetables was used in the first period and a simplified model in the second period. Testing these models and determining the scope of their application showed that the most important in the exchange of water in this process is the internal exchange of mass and heat. Their dynamics depend on the initial drying speed in the first period. A new model of fluidized bed drying is proposed and tested on celery slicing.

Keywords: fluidization, theoretical model, celery, drying.

For citation: Frolov D.I., Polosina E.I. Investigation of celery drying process by fluidisation method. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 32–37. (In Russ.).

Введение

Испытания сушки нарезанного сельдерея методом псевдоожижения явились результатом исследования новых методов сушки, которые могут обеспечить получение сухой массы высокого качества. При псевдоожиженной сушке материал в виде твердых частиц сушится конвективным способом, за счет закрутки в потоке. Такое состояние обеспечивает большое развитие поверхности высушенного продукта, что, в свою очередь, облегчает обмен теплотой и массой между этим продуктом и фактором сушки. Сушка в потоке горячего воздуха обеспечивает гораздо более благоприятные условия тепло- и массообмена, чем в устойчивом слое [1, 2]. Метод сушки в псевдоожиженном слое является важным методом среди современных способов сушки, поскольку его конкурентоспособность по отношению к другим заключается в наилучшем соотношении

получаемой интенсивности сушки к затратам на прокачку газа [3]. Его применяют в основном для сушки материалов с мелкими частицами, таких как бумага, кожа, пасты, суспензии и растворы, распыляемые на псевдоожиженном инертном слое [4, 5, 6]. Однако было опубликовано мало статей, посвященных сушке материалов с крупными частицами, таких как нарезанные овощи, в частности нарезанный сельдерей, и не существует моделей для этого процесса.

Очень большое значение поверхностной скорости осушающего воздушного потока является характерным параметром псевдоожижающей сушки. Она от десятков до нескольких сотен раз превышает скорость потока через устойчивый слой и, например, для частиц размером 10 мм составляет от 1 до 6 м/сек [7]. Столь интенсивный поток воздуха вызывает быстрое и значительное снижение концентрации водяного пара в слое и в результате

можно считать, что только влажный и пересушенный воздух оказывает влияние на тепломассообмен в слое. Измерения температуры псевдоожижающего воздуха, выходящего из слоя, показывают снижение всего на несколько градусов, что означает, что частицы высушиваются практически при той же температуре, что и коэффициент сушки. Таким образом, псевдоожиженная сушка частиц протекает аналогично конвективной сушке в тонком слое. Это означает, что математические модели, используемые для сушки в тонком слое, например уравнения кинетики, могут быть применены к сушке в псевдоожиженном слое отдельных твердых тел, свободно движущихся в потоке осушающего газа.

Объекты и методы исследования

Опытным путем сделан вывод, что нарезанный сельдерей, представляющий собой материал с высоким исходным содержанием воды, при сушке псевдоожижением высыхает в несколько раз быстрее, чем в твердом слое, при той же температуре сушильного воздуха. Можно сделать вывод, что в начале этого процесса имеют место существенные и даже доминирующие условия переноса частиц воды с поверхности высушенной массы через приграничный слой воздуха. В конце сушки решающее значение для процесса имеет только внутренняя диффузия частиц воды (пара) к твердой поверхности. Однако в реальности оба процесса сосуществуют, не исключая друг друга, и показать их эмпирически достаточно сложно. Если предположить, что указанные процессы доминируют как альтернатив-

ные, то легко построить модель кинетических уравнений так называемого первого или второго периода сушки с сохранением непрерывности модели для склеенной функции.

Исследователи высказали предположение, что в начале сушки кинетическая модель конвективной сушки твердых масс на первом этапе сушки, включая конвекцию, может быть использована в качестве модели изменения содержания воды в очень влажных частицах, таких как нарезанные овощи в порционной псевдоожижающей сушильной машине.

$$u_1(t) = u_0 \left[\frac{1}{1-b} \left(1 - \frac{1-b}{Nu_0} k_0 t \right)^N - \frac{b}{1-b} \right] \quad (1)$$

b - коэффициент усадки при высыхании;

k_0 - коэффициент скорости сушки за начальный период (кг/(кг мин));

N - коэффициент, указывающий вид усадки;

u - среднее содержание воды в высыхающих частицах (кг/кг);

u_0 - начальное, среднее содержание воды (кг/кг);

t - время сушки (мин).

Коэффициенты уравнения b , k_0 и N могут быть определены эмпирически на основе подходящих теоретических зависимостей.

Уравнение (1) было проверено на основе измерений сушки в псевдоожиженном слое черенков сельдерея, для которого $N = 3$. Согласованность расчетов получена для измерений в диапазоне содержания воды не менее 3 кг/кг с относительной погрешностью не более 10%. Бурный рост отно-

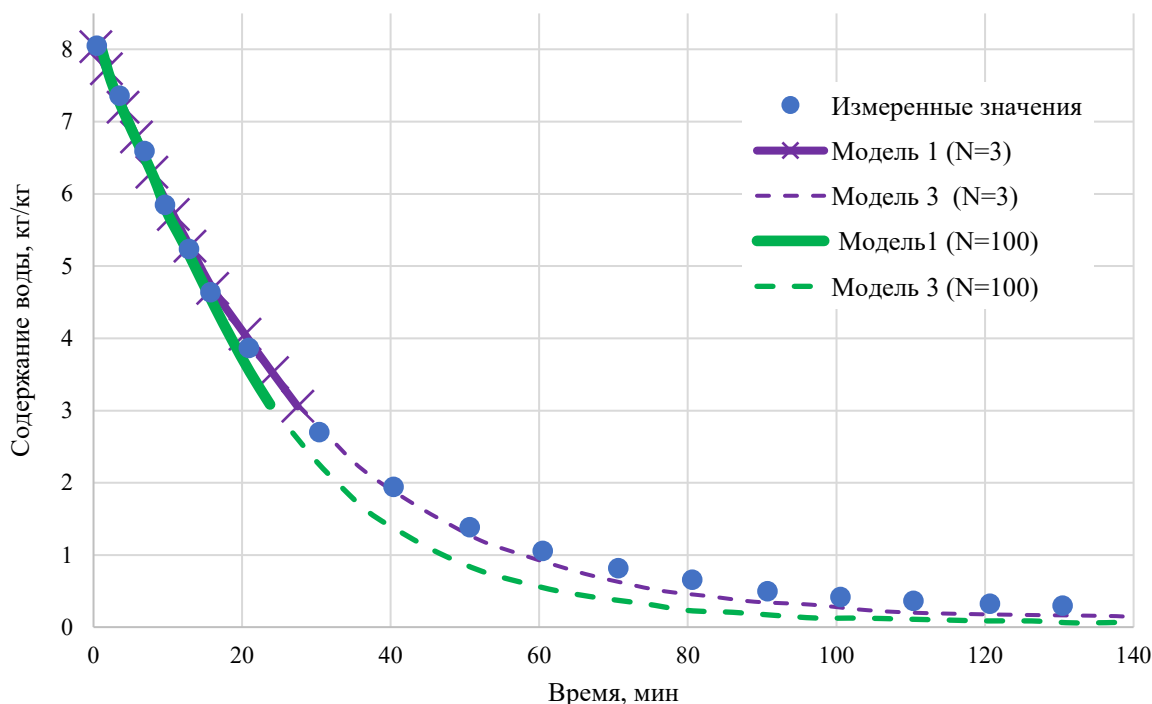


Рис. 1. Сравнение измерений и расчетов для модели (1) и (3) содержания воды в образцах сельдерея, высушенного при 60°C, если $u_{kr} = 3$ кг/кг, при различных значениях N .

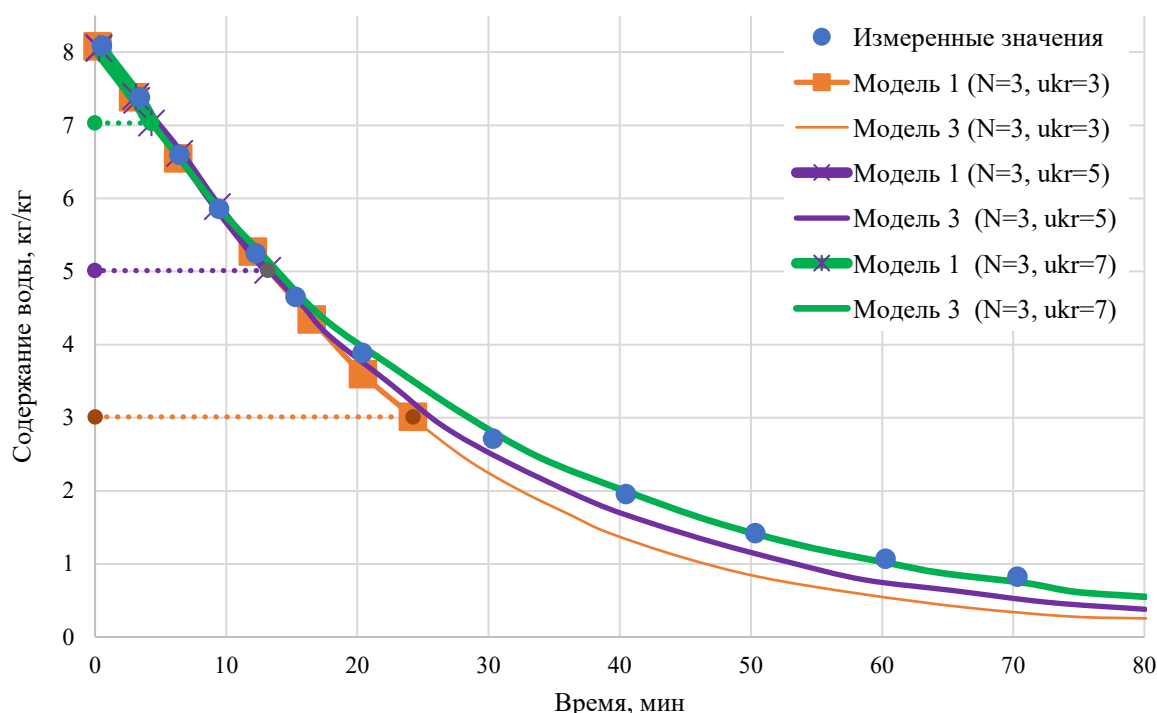


Рис. 2. Сравнение результатов измерений и расчетов для модели (1) и (3) содержания воды в кубиках сельдерея, 60°C.

сительной ошибки для модели (1) показывает, что другие правила начинают определять процесс за пределами указанного диапазона - в твердом состоянии начинает преобладать внутренняя диффузия воды.

Начиная с критического времени t_{kr} , для которого $u(t > t_{kr}) < u_{kr}$, процесс можно моделировать с помощью дифференциального уравнения диффузии при заданных начально-граничных условиях или, в обоснованных случаях, из его упрощенного решения. Чаще всего используют уравнение среднего содержания воды в высушенном продукте, которое означает:

$$u_2(t) = u_e + (u_{kr} - u_e)e^{-Kt} \quad (2)$$

u_{kr} - критическое содержание воды (кг/кг);

u_e - равновесное содержания воды (кг/кг);

K - коэффициент скорости сушки во втором периоде (л/мин).

Согласно теории, использование модели (2) помогает создать модель дальнейшей сушки. Однако это требует введения скорректированного времени сушки $(t - t_{kr})$. Тогда уравнение (2) будет выглядеть следующим образом:

$$u_2(t - t_{kr}) = u_e + (u_{kr} - u_e)e^{K(t - t_{kr})} \quad (3)$$

Ход сушки требует, чтобы его модель представляла собой непрерывную и дифференциальную функцию. Это условие для склеенной модели означает, что в точке $(t = t_{kr})$ перехода от модельной структуры (1) к модельной структуре (2) должно быть равное количество воды и скорость высыхания, определенные из этих моделей, а это означает:

$$k_0 \left(1 - \frac{1-b}{Nu_0} k_0 t_{kr} \right)^{N-1} = K(u_{kr} - u_e) \quad (4)$$

Уравнение (4) позволяет рассчитать значение коэффициента K после перехода с использованием (1) из следующего:

$$K = \frac{k_0}{u_{kr} - u_e} \left((1-b) \frac{u_{kr}}{u_0} + b \right)^{\frac{N-1}{N}} \quad (5)$$

Анализ измерений содержания воды и температуры сушки продукта позволяет показать диапазон, в пределах которого можно найти критическое содержание воды u_{kr} . Можно сказать, что значение u_{kr} находится в диффузном наборе содержания воды, относящемся к переходному периоду времени.

Математическая модель сушки овощной нарезки в кипящем слое составлена из системы уравнений (1) и (3). Данная система позволяет провести компьютерное моделирование сушки овощной нарезки перед экспериментом, если известны только числовые значения теплофизических и геометрических коэффициентов в этой модели и известно критическое содержание воды.

Результаты и их обсуждение

Проверка предложенной модели проводилась на основе экспериментов, проведенных в лабораторной сушилке с псевдоожижением. Измерения псевдоожижающей сушки проводились для сельдерея, нарезанного в виде кубиков диаметром 10 мм и одинакового содержания воды. Зафиксировано изменение массы реза в зависимости от времени и температуры сушащего воздуха в диапазоне исход-

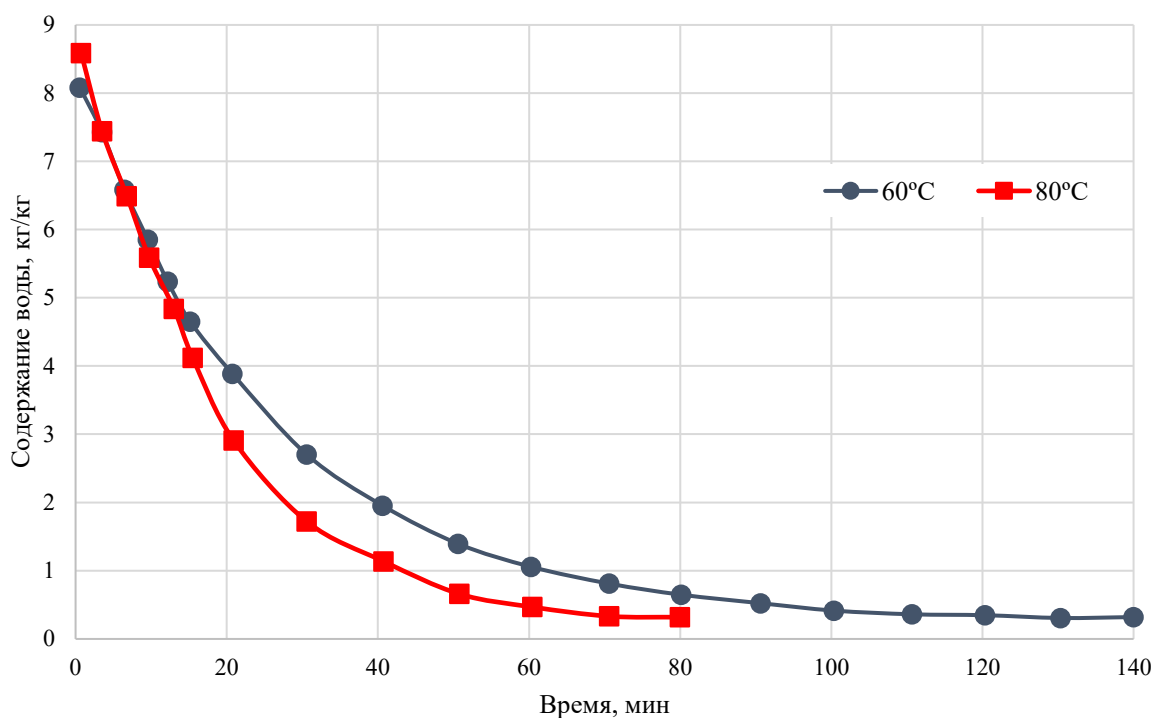


Рис. 3. Измерения и расчеты для модели (6) сушки сельдерея в псевдооживленном слое с высотой покоя 12 см, на воздухе 60°C и 80°C.

ной влажности до близкой к равновесной. Измерения проводились для слоев исходной высоты 4, 8, 12, 16 и 20 см, осушенных воздухом температурой 40, 50, 60, 70, 80°C при скорости потока 4 - 4,5 м/с. Массу высушенного вещества рассчитывали для каждого образца методом высушивания. Эмпирическим путем определяли значение коэффициента b для усадки при сушке ($b = 0,08$), а также определяли эмпирическую зависимость начальной скорости сушки k_0 от исходного содержания воды (в высушенном продукте) $u_0 = 8$ кг/кг, $k_0(t_p, u_0) = (0,0085 - 0,0016 \ln u_0)t + (0,0395 - 0,0098 \ln u_0)$, в пределах $t_p \in (40 - 80^\circ\text{C})$ и $u_0 \in (4 - 20 \text{ см})$.

Совокупность уравнений (1) и (3) за счет использования формулы (5) во втором периоде в качестве коэффициента K для скорости сушки представляет собой модель всего процесса в виде склеенной, но непрерывной и дифференцируемой во всем диапазоне, функции.

Близость расчетов в этой модели очень сильно зависит от априорно оцененного критического значения влагосодержания. Если принять, что критическое содержание воды составляет примерно 3 кг/кг, то точность моделирования процесса сушки будет неудовлетворительной, о чем свидетельствуют значения относительной и абсолютной ошибок для обеих моделей, построенных по аппроксимационной формуле (рис. 1). Чем выше коэффициент N , тем выше близость модели. Увеличение его значения выше 100 уменьшает ошибки в меньшей степени, и в то же время при $N > 3$ его трудно интерпретировать физически. Если $N > 3$, то кубические частицы должны характеризоваться меньшим изменением поверхности, чем изотропные (сохра-

няющие гладкую поверхность). Поэтому диапазон влагосодержания, в котором модель для первого периода сушки принимается как верифицированная, ограничивается N , равным не более 3.

На рисунке 2 показаны результаты проверки модели в предположении, что критическое содержание воды u_{kr} составляет примерно 3, 5 и 7 кг/кг и $N=3$.

Анализ проведенных расчетов, представленных на рис. 2, позволяет сделать вывод о том, что модель (1) подтверждается для изменения содержания воды в меньшей степени, чем предполагалось ранее. Это означает, что внутренняя диффузия решает вопросы массообмена гораздо быстрее, чем естественная или принудительная конвекция (при меньших значениях расхода воздуха, чем при псевдооживлении). Увеличивая значения критического влагосодержания, можно получить меньшие значения ошибок для обеих моделей. Конечным является инертное влагосодержание. Если принять, что $u_{kr} = u_0$ и $t_{kr} = 0$, то уравнение (3) имеет следующий вид:

$$u(t) = u_r + (u_0 - u_r) \exp\left(-\frac{k_0}{u_0 - u_r} \cdot t\right) \quad (6)$$

Коэффициент K скорости сушки во втором периоде можно определить на основе коэффициента k_0 начальной скорости сушки в первом периоде, и тогда коэффициент N не имеет значения.

На рис. 3 показано сравнение измерений и расчетов для модели (6) сушки при 60°C и 80°C слоя с высотой покоя 12 см.

Результаты, аналогичные показанным на рисунке 3, были получены для тестируемого диапазона температур и высоты покоя слоя для срезания

сельдерея. Абсолютные погрешности не превышают $\pm 0,3$ величины во всем диапазоне изменения содержания воды, а относительная ошибка не превышает 10% при содержании воды и выше 1 кг/кг. Проведенный выше анализ позволяет сделать вывод о положительной верификации модели второго периода сушки в виде уравнения (6) при псевдооживленной сушке сельдерея.

Выводы

Эмпирическая и логическая проверка второго периода сушки показывает, что при сушке сельде-

рея в псевдооживленном слое существенное влияние на содержание воды оказывает внутренняя диффузия воды. Существенное влияние на коэффициент скорости сушки в модели второго периода оказывает внешнее сопротивление сушке, которое может оказать существенное влияние на массообмен при резке сельдерея только на начальном этапе этого псевдооживленного процесса. Коэффициент K скорости сушки во втором периоде прямо пропорционален коэффициенту k_0 для начальной скорости сушки и обратно пропорционален разности исходного и равновесного содержания воды.

Литература

- [1] Lewicki P. P. Water as the determinant of food engineering properties. A review // Journal of food engineering. – 2004. – Т. 61. – №. 4. – С. 483-495.
- [2] Dantas D. et al. Influence of spray drying conditions on the properties of avocado powder drink // Food chemistry. – 2018. – Т. 266. – С. 284-291.
- [3] Banga J. R., Singh R. P. Optimization of air drying of foods // Journal of Food Engineering. – 1994. – Т. 23. – №. 2. – С. 189-211.
- [4] Гетия С. И., Кочетов О. С. Экологическая безопасность процессов распылительной сушки // Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. Серия: Машиностроение. – 2011. – №. 37. – С. 109-114.
- [5] Бородина Е. С., Кочетов О. С. Повышение эффективности процессов сушки путем применения физических полей // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2014. – №. 10. – С. 155-160.
- [6] Сажин Б. С. и др. Исследование процесса сушки диспергированных материалов с применением акустических полей // Успехи в химии и химической технологии. – 2009. – Т. 23. – №. 8 (101). – С. 113-122.
- [7] Jin H. et al. Heat and mass transfer performance of non-spherical wet particles in a fluidized bed dryer // Applied Thermal Engineering. – 2023. – С. 121780.

References

- [1] Lewicki P. P. Water as the determinant of food engineering properties. A review // Journal of food engineering. – 2004. – Т. 61. – No. 4. – pp. 483-495.
- [2] Dantas D. et al. Influence of spray drying conditions on the properties of avocado powder drink // Food chemistry. – 2018. – Т. 266. – P. 284-291.
- [3] Banga J. R., Singh R. P. Optimization of air drying of foods // Journal of Food Engineering. – 1994. – Т. 23. – No. 2. – pp. 189-211.
- [4] Getia S.I., Kochetov O.S. Environmental safety of spray drying processes // Bulletin of the Moscow State University of Instrument Engineering and Informatics. Series: Mechanical engineering. – 2011. – No. 37. – pp. 109-114.
- [5] Borodina E. S., Kochetov O. S. Increasing the efficiency of drying processes by using physical fields // Fundamental and applied research: problems and results. – 2014. – No. 10. – pp. 155-160.
- [6] Sazhin B. S. et al. Study of the drying process of dispersed materials using acoustic fields // Advances in chemistry and chemical technology. – 2009. – Т. 23. – No. 8 (101). – pp. 113-122.
- [7] Jin H. et al. Heat and mass transfer performance of non-spherical wet particles in a fluidized bed dryer // Applied Thermal Engineering. – 2023. – P. 121780.

Сведения об авторах

Information about the authors

Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru	Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru
Полосина Елизавета Игоревна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Polosina Elizaveta Igorevna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University

Исследование влияния условий экструзии на свойства экструдата из смеси гречихи и кукурузы

Фролов Д.И., Юрна Д.А.

Аннотация. Исследовано влияние условий экструзии на физико-химические свойства гречнево-кукурузного экструдата. Были исследованы свойства: объемное расширение, показатель водопоглощения, индекс растворимости в воде, плотность, механическая прочность. Использовались следующие уровни переменных: влажность 12%, содержание гречихи 15, 30, 45, 60 и 100 %, температура цилиндра 120°C. Увеличение содержания влаги в сырье привело к более высокой плотности экструдата, меньшему расширению, более высокому показателю водопоглощения и более низкому индексу растворимости в воде. Более высокое содержание гречихи увеличивает расширение экструдата, индекс растворимости в воде и показатель водопоглощения, но снижает его механическую прочность.

Ключевые слова: экструдер, гречиха, физико-химические свойства, показатель водопоглощения, индекс растворимости в воде.

Для цитирования: Фролов Д.И., Юрна Д.А. Исследование влияния условий экструзии на свойства экструдата из смеси гречихи и кукурузы // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 38–43.

Investigation of the influence of extrusion conditions on the properties of extrudate from buckwheat and maize mixture

Frolov D.I., Yurna D.A.

Abstract. The influence of extrusion conditions on the physicochemical properties of buckwheat-corn extrudate was studied. The following properties were studied: volumetric expansion, water absorption index, water solubility index, density, mechanical strength. The following variable levels were used: humidity 12%, buckwheat content 15, 30, 45, 60 and 100%, cylinder temperature 120°C. Increasing the moisture content of the feedstock resulted in higher extrudate density, lower expansion, higher water absorption rate and lower water solubility index. Higher buckwheat content increases extrudate expansion, water solubility index and water absorption index, but reduces its mechanical strength.

Keywords: extruder, buckwheat, physicochemical properties, water absorption index, water solubility index.

For citation: Frolov D.I., Yurna D.A. Investigation of the influence of extrusion conditions on the properties of extrudate from buckwheat and maize mixture . Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 38–43. (In Russ.).

Введение

В последние годы наблюдается широкий интерес к здоровому питанию, а именно к диетическим, безглютеновым, высокоцеллюлозным продуктам или обогащенным натуральными добавками высокой биологической ценности (например, гречка) [1].

Гречка известна и культивируется уже много лет. Нынешний мировой сбор гречихи составляет

больше 4 млн т. Такое увеличение обусловлено особыми свойствами гречки, которая содержит белки с выгодным аминокислотным составом и характеризуется более высокой биологической ценностью, чем молочный белок или мясо свинины. Зерно гречки содержит ряд микроэлементов: калий, магний, железо, хром, цинк, кобальт, а также витамины группы В и Е. Он также не содержит глютена и рекомендуется людям, страдающим диабетом или целиакией [2].

Возросшая популярность продуктов из гречки требует их более широкого разнообразия. Одним из возможных решений является экструзия гречки, позволяющая получать новые готовые к употреблению продукты, такие как экструдированные чипсы или крупоподобные продукты и многие другие [3, 4, 5].

До сих пор на гречневых смесях проведено лишь ограниченное количество исследований. Ученые исследовали экструдированные продукты, полученные из муки кукурузы, пшеницы и гречки в двухшнековом экструдере, где добавки гречки составляли 30, 40, 55%. Также было исследовано влияние условий экструзии в одношнековом экструдере на пищевую ценность кукурузной и гречневой крупы с добавлением казеина [6]. Установлено, что добавление 20% гречки повышает пищевую ценность экструдата [7, 8].

Целью проведенных исследований было определение влияния добавки гречневой крупы на технологические и физические свойства экструдированных гречнево-кукурузных смесей.

Объекты и методы исследования

Смесь, состоящую из кукурузного молотого зерна и гречневой крупы с содержанием: 0, 15, 30, 45, 60 и 100%, экструдировали при двух содержаниях влаги: 12% и 15%. Использовали одношнековый экструдер ЭК-40 со следующими параметрами: скорость шнека $n=200$ об/мин, отношение длины шнека к диаметру $L/D=4$ и диаметр выходного отверстия фильеры 5 мм.

Показатель водопоглощения и индекс растворимости в воде определяли по следующей методи-

ке. Методика заключалась в тщательном смешивании измельченного экструдата (масса 2,5 г, размер частиц 180-250 мкм) с 25 мл дистиллированной воды. Избыток воды отделяли на центрифуге при 3000 об/мин в течение 10 мин, затем пробу взвешивали и сушили при 105°C.

Исследуемые показатели рассчитывались следующим образом:

Показатель водопоглощения:

WAI = вес осадка/вес сухого остатка

Индекс растворимости в воде:

$WSI(\%)$ = масса растворенных твердых веществ/вес сухих веществ

Механическую прочность экструдата измеряли с использованием универсальной испытательной машины. Экструдаты подвергали испытанию и измеряли пиковое усилие. Прочность на разрыв экструдата ($H/см^2$) была рассчитана путем деления силы сдвига на общую площадь поперечного сечения экструдата, подвергнутого сдвигу. Результаты отдельных испытаний записывались на компьютер с использованием программного обеспечения.

Параметры цвета: L^* (яркость), a^* (параметр красного/зеленого цвета), b^* (параметр желтого/синего цвета) определялись по методике. Измерения проводились на исследовательском стенде, состоящем из световой камеры, оснащенной люминесцентными лампами дневного света с цветовой температурой 6500 К и фотокамерой Canon, где баланс белого производился по белому образцу. Полученные образцы фотографировались и записывались в формате TIF. Для цветового анализа случайным образом были выбраны десять фрагментов несколь-

Таблица 1 - Результаты теста дисперсионного анализа по влиянию добавки гречки на показатели качества

Эффект	Односторонний дисперсионный анализ				
	SS	Степень свободы	MS	f	p
Расширение					
Свободный член	1696,42	1,00	1696,42	5758,80	0,00
Содержание гречки (%)	15,09	5,00	3,02	10,24	0,00
Содержание влаги (%)*	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00
WAI					
Свободный член	411,32	1,00	411,32	5016,60	0,00
Содержание гречки (%)	4,99	5,00	1,00	12,16	0,00
Содержание влаги (%)	0,99	1,00	0,99	12,07	0,00
WSI					
Свободный член	12899,31	1,00	12899,31	1461,80	0,00
Содержание гречки (%)	243,23	5,00	48,65	5,51	0,00
Содержание влаги (%)	751,56	1,00	751,56	85,17	0,00
Механическая сила					
Свободный член	0,18	1,00	0,18	2595,84	0,00
Содержание гречки (%)	0,01	5,00	0,00	28,26	0,00
Содержание влаги (%)*	0,00	1,00	0,00	0,14	0,71

* значения статистического показателя незначимы при $p<0,05$

Таблица 2 - Результаты теста дисперсионного анализа на влияние добавления гречки на цветовые характеристики

Эффект	Односторонний дисперсионный анализ				
	SS	Степень свободы	MS	F	p
L*					
Свободный член	768660,5	1	768660,5	86058,05	0
Содержание гречки (%)	397,1	1	397,1	44,46	0
Содержание влаги (%)	1418,3	5	283,7	31,76	0
a*					
Свободный член	6578,445	1	6578,445	308,66	0
Содержание гречки (%)*	60,941	1	60,941	2,8594	0,093
Содержание влаги (%) *	180,96	5	36,192	1,6982	0,140
b*					
Свободный член	159742,2	1	159742,2	39466,07	0
Содержание гречки (%)	581,7	1	581,7	143,71	0
Содержание влаги (%)*	850,2	5	170	42,01	0

* значения статистического показателя незначимы при $p < 0,05$

ких элементов, отмеченных кружком диаметром 10 мм, без учета пустых мест. Цветовой анализ проводился с использованием Adobe Photoshop, где значения параметров L^* , a^* , b^* были получены с помощью функции гистограммы.

Полученные результаты были обработаны статистически с использованием модуля ANOVA по основным эффектам в программе Statistica.

Результаты и их обсуждение

Установлено влияние добавки гречихи на качественные показатели гречнево-кукурузного экструдата. В качестве оценки принимали средние значения показателей качества: расширения, WAI, WSI, механической прочности и коэффициентов цвета L^* , a^* , b^* при уровне значимости $p < 0,05$. Были выдвинуты следующие гипотезы: H_0 - добавка гречки не влияет на указанные выше показатели качества: расширение, WAI, WSI, механическую прочность; H_1 - влажность сырья не влияет на указанные выше показатели качества: расширение, WAI, WSI, механическая прочность; H_2 - добавка гречки и содержание влаги не влияют на показатели цвета L^* , a^* , b^* .

На основании полученных результатов (таблица 1) гипотезу H_0 об отсутствии влияния содержания гречихи на коэффициент объемного расширения можно отвергнуть, следовательно, между этими факторами имеется статистически значимая зависимость. Было обнаружено, что увеличение содержания влаги до 15% не влияет на степень расширения (рис. 1). Однако при обоих значениях влажности: 12% и 15%, когда содержание гречихи увеличивалось, степень расширения значительно увеличивалась. Наибольшее значение этого коэффициента было при влажности 12 % и содержании гречихи 100 %.

Результаты теста позволяют отвергнуть гипотезу H_0 об отсутствии влияния содержания гречки на показатель механической прочности. Однако гипотезу H_1 нельзя отвергнуть; это означает, что увеличение влажности с 12% до 15% не влияет на исследуемый показатель. Установлено, что увеличение содержания гречки (рисунок 2) вызывало снижение механической прочности, а наибольшая разница при 100% содержании гречихи и 100% содержании кукурузы составила 0,046 Дж/мм² при влажности 12%.

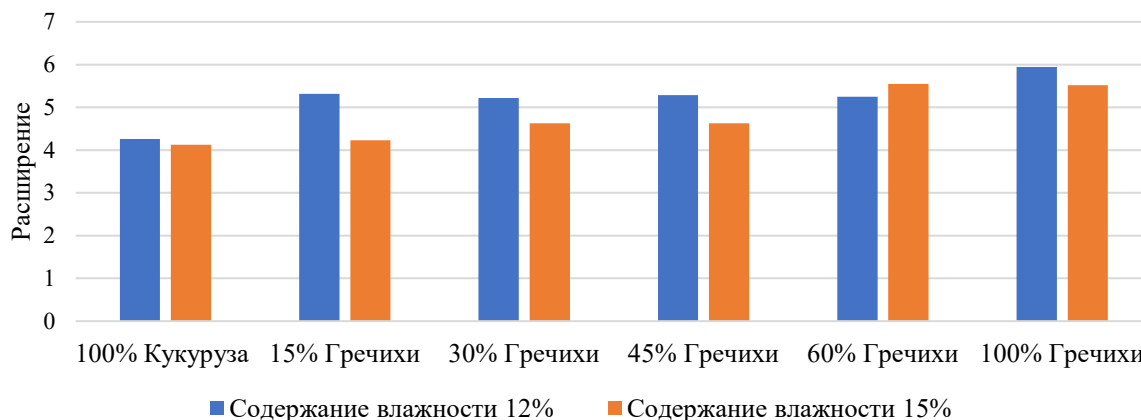


Рис. 1. Влияние содержания влаги на степень расширения экструдата кукурузы и гречихи.

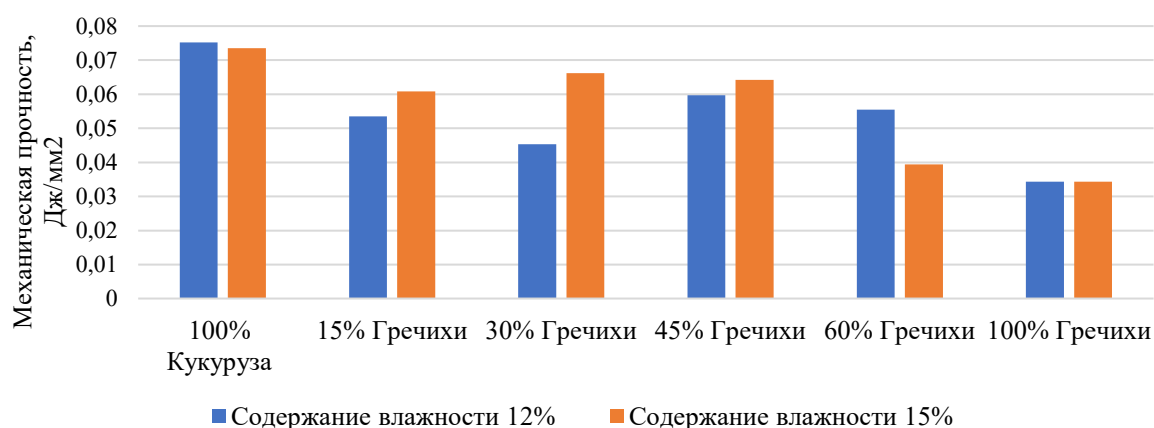


Рис. 2. Влияние влажности на механическую прочность кукурузно-гречневого экструдата

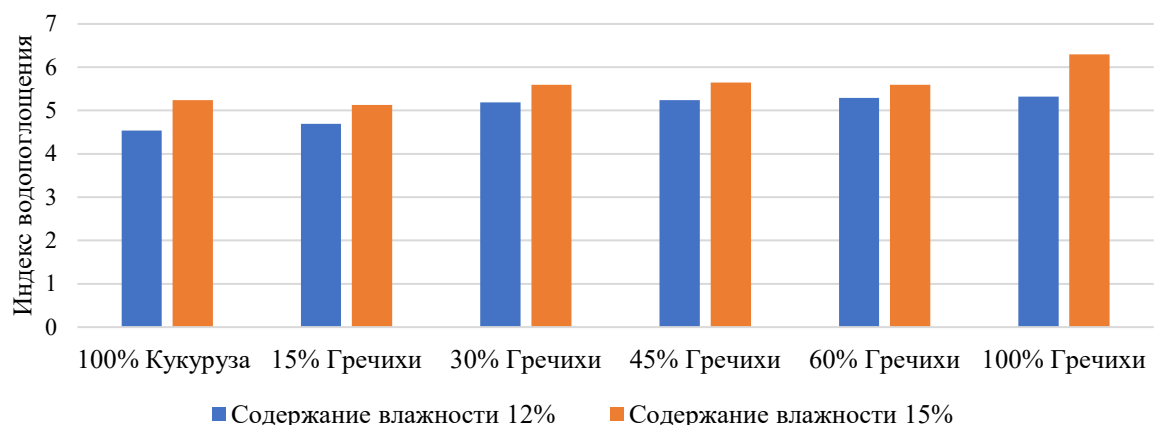


Рис. 3. Влияние содержания влаги на индекс водопоглощения (WAI) кукурузно-гречневого экструдата

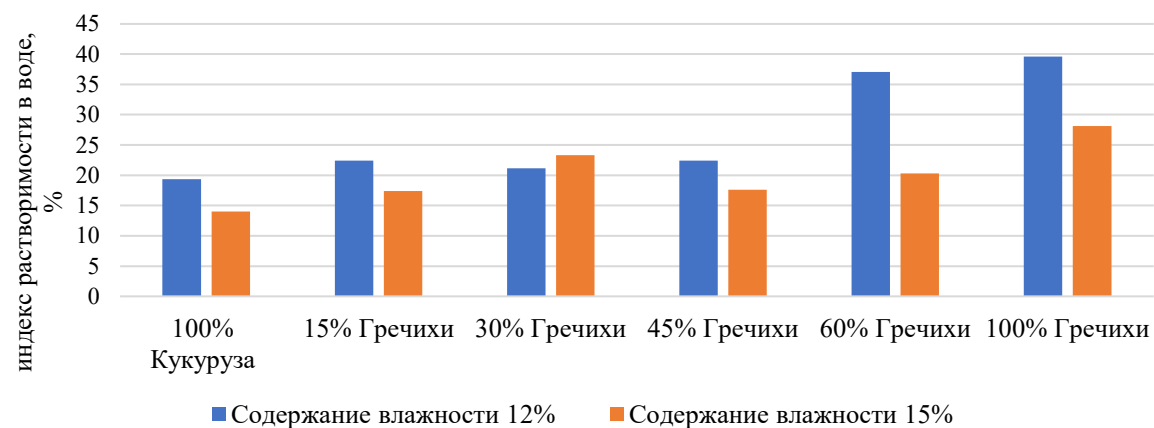


Рис. 4. Влияние содержания влаги на индекс растворимости в воде (WSI) экструдата кукурузы и гречихи

Учитывая значения индекса водорастворимости (WSI) и показатель водопоглощения (WAI), можно обнаружить, что гипотезы H0 и H1 об отсутствии влияния содержания гречки на Коэффициенты WSI и WAI могут быть отклонены. Значения WSI (рисунок 3) увеличиваются с увеличением содержания гречки при обоих значениях влажности, особенно при содержании гречихи 60% и 100% при влажности 12% (максимальные значения составили 37,9% и 39,6% соответственно).

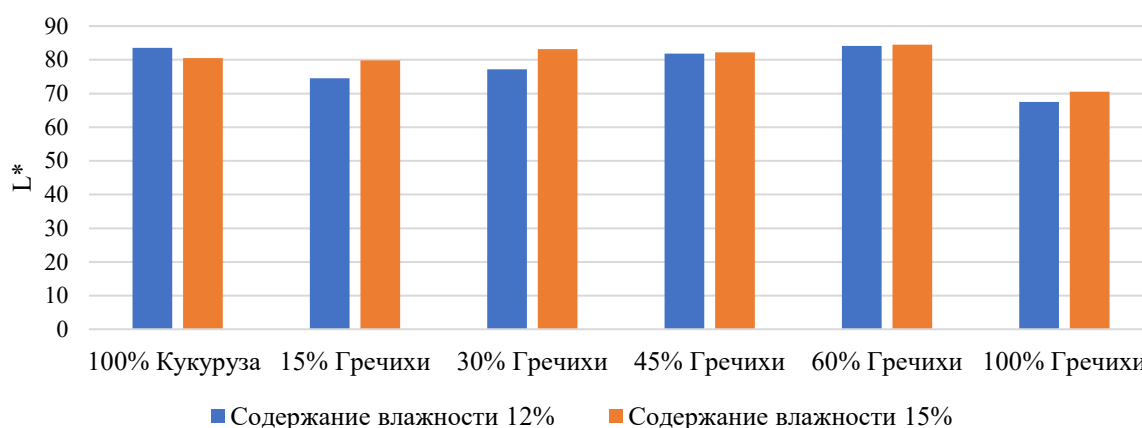
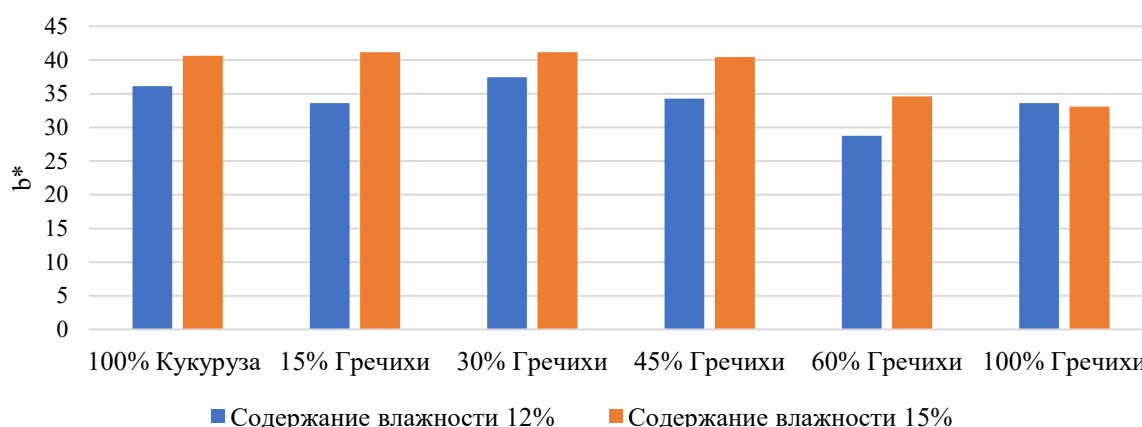
Значения коэффициента WAI увеличивались также с увеличением содержания гречихи и при влажности 15 % были выше, чем при 12 % (рис. 4).

В таблице 2 представлены результаты цвето-

вых исследований для коэффициента яркости L*. Гипотезу H2 об отсутствии влияния содержания гречки на значение параметра L* можно отвергнуть. Линейная тенденция в значениях этого параметра наблюдается до 60% содержания гречки (рис. 5), затем значения значительно снижаются (уменьшается яркость продукта).

По результатам анализа коэффициента цвета a* установлено, что гипотезу H2 нельзя отвергнуть. Таким образом, как содержание гречихи, так и влажность существенно не влияли на изменение исследуемого коэффициента.

При анализе цветового коэффициента b* гипотеза H2 была отвергнута. При обоих значениях

Рис. 5. Влияние влажности на коэффициент цветности L^* кукурузно-гречневой экструдатаРис. 6. Влияние влажности на коэффициент цветности b^* кукурузно-гречневой экструдата

влажности значения коэффициента b^* уменьшались с увеличением содержания гречихи (рис. 6).

Выводы

На основании проведенных исследований проанализированы зависимости между показателями качества и содержанием гречихи в кукурузно-гречневой смеси. Установлено, что различное содержание гречихи и влажность существенно влияют на показатели качества экструдата, в том числе на цветовые коэффициенты L^* , a^* , b^* , определяющие качество продукции. Поэтому в дальнейших исследованиях необходимо искать зависимости между отдельными физическими свойствами экструдата, чтобы правильно моделировать качество смесей, перерабатываемых при экструзии.

Установлено, что содержание гречки в смеси дифференцирует все исследованные показатели. Увеличение процентного содержания гречки вызы-

вало иногда быстрый рост (расширение, WSI, WAI), или снижение исследуемых показателей (механическая прочность, цветовые коэффициенты L^* , b^*). Установлено, что изменение содержания гречихи не повлияло на коэффициент окраски a^* , тогда как содержание влаги повлияло на все показатели, за исключением степени расширения, механической прочности и коэффициента окраски a^* .

Увеличение содержания влаги до 15% вызывало снижение индекса растворимости в воде (WSI). При одинаковом содержании влаги значения WAI были выше (более высокое водопоглощение).

В смесях, содержащих до 60% гречки, яркость продукта не менялась, однако выше этого значения значение L^* быстро снижалось, вероятно, из-за характерных свойств гречки или более длительного времени пребывания смеси в экструдере. Цветовой параметр b^* увеличивался с увеличением содержания гречки, тогда как параметр a^* не зависел ни от содержания гречихи, ни от содержания влаги.

Литература

- [1] Mäkilä L. et al. Exploiting blackcurrant juice press residue in extruded snacks //LWT-Food Science and Technology. – 2014. – Т. 57. – №. 2. – С. 618-627.
- [2] Kowalski R. J., Li C., Ganjyal G. M. Optimizing twin-

References

- [1] Mäkilä L. et al. Exploiting blackcurrant juice press residue in extruded snacks //LWT-Food Science and Technology. – 2014. – Т. 57. – No. 2. – pp. 618-627.
- [2] Kowalski R. J., Li C., Ganjyal G. M. Optimizing twin-

- screw food extrusion processing through regression modeling and genetic algorithms // Journal of Food Engineering. – 2018. – Т. 234. – С. 50-56.
- [3] Bravo V. L., Hrymak A. N., Wright J. D. Study of particle trajectories, residence times and flow behavior in kneading discs of intermeshing co-rotating twin-screw extruders // Polymer Engineering & Science. – 2004. – Т. 44. – №. 4. – С. 779-793.
- [4] Zhang Z. et al. Effects of extrusion on structural properties, physicochemical properties and in vitro starch digestibility of Tartary buckwheat flour // Food Hydrocolloids. – 2023. – Т. 135. – С. 108197.
- [5] Gao L. et al. Effect of improved extrusion cooking technology modified buckwheat flour on whole buckwheat dough and noodle quality // Food Structure. – 2022. – Т. 31. – С. 100248.
- [6] Ninomiya K. et al. Physicochemical and functional properties of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) albumin // Future Foods. – 2022. – Т. 6. – С. 100178.
- [7] Технологические аспекты регулирования выхода экстракта при получении пивного сусла / П.К. Гарькина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2020. Т. 8. № 2. С. 13–20. EDN DYYWZS.
- [8] Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 79–83. EDN SQJBHD.
- screw food extrusion processing through regression modeling and genetic algorithms // Journal of Food Engineering. – 2018. – Т. 234. – P. 50-56.
- [3] Bravo V. L., Hrymak A. N., Wright J. D. Study of particle trajectories, residence times and flow behavior in kneading discs of intermeshing co-rotating twin-screw extruders // Polymer Engineering & Science. – 2004. – Т. 44. – No. 4. – pp. 779-793.
- [4] Zhang Z. et al. Effects of extrusion on structural properties, physicochemical properties and in vitro starch digestibility of Tartary buckwheat flour // Food Hydrocolloids. – 2023. – Т. 135. – P. 108197.
- [5] Gao L. et al. Effect of improved extrusion cooking technology modified buckwheat flour on whole buckwheat dough and noodle quality // Food Structure. – 2022. – Т. 31. – P. 100248.
- [6] Ninomiya K. et al. Physicochemical and functional properties of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) albumin // Future Foods. – 2022. – Т. 6. – P. 100178.
- [7] Technological aspects of regulating the yield of extract when producing beer wort / P.K. Garkina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology. 2020. Vol. 8. No. 2. pp. 13–20. EDN DYYWZS.
- [8] Prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and baking / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // News of the Samara State Agricultural Academy. 2014. No. 4. pp. 79–83. EDN SQJBHD.

Сведения об авторах

Information about the authors

Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru	Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru
Юрна Диана Андреевна студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Yurna Diana Andreevna student of the department «Food productions» Penza State Technological University

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 636.221.28.082.453

К обоснованию конструктивных параметров аппарата для искусственного осеменения коров

Купреенко А.И., Исаев Х.М., Конопелькин А.А., Исаев С.Х.

Аннотация. Аппараты для искусственного осеменения коров как отечественного, так и зарубежного производства оснащены только устройствами для дозирования семени, подсветки и мини-видеокамерами. Подогрев рабочей части для обеспечения комфортной работы в зимних условиях в этих аппаратах отсутствует. Целью исследования является разработка аппарата, имеющего подогрев рабочей части, возможность визуального контроля места ввода семени в шейку матки животного. Предложена конструктивно-технологическая схема аппарата для искусственного осеменения коров. Аппарат для искусственного осеменения содержит корпус, шприц ШО-3М, устройство для фиксации шприца, устройство для подогрева и поддержания заданной температуры рабочей части аппарата, мини-видеокамеру с подсветкой. Изображение с мини-видеокамеры непрерывно выводится на экран мобильного телефона, установленного на кронштейне корпуса аппарата. Основными конструктивными параметрами аппарата для искусственного осеменения коров являются: диаметр трубки, длина трубки, вылет кончика шприца за обрез трубки, мощность нагревателя рабочей части аппарата. В результате проведенного исследования определены конструктивные параметры рабочей части аппарата для искусственного осеменения коров: длина вводимой части трубки - 40 см, вылет кончика шприца относительно обреза трубки - 50 мм, диаметр трубки - 0,02 м, требуемая мощность нагревателя при его непрерывной работе - 7,72 Вт. Коэффициент теплоотдачи поверхности нагревателя определен с использованием критериальных уравнений.

Ключевые слова: аппарат для искусственного осеменения, шприц осеменатора, мощность нагревателя.

Для цитирования: Купреенко А.И., Исаев Х.М., Конопелькин А.А., Исаев С.Х. К обоснованию конструктивных параметров аппарата для искусственного осеменения коров // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 44–49.

To substantiate the design parameters of the apparatus for artificial insemination of cows

Kupreenko A.I., Isaev H.M., Konopelkin A.A., Isaev S.H.

Abstract. Devices for artificial insemination of cows of both domestic and foreign production are equipped only with devices for seed dosing, illumination and mini-video cameras. There is no heating of the working part to ensure comfortable operation in winter conditions in these devices. The aim of the study is to develop a device that has heating of the working part, the possibility of visual control of the place of seed insertion in the cervix of the animal. The constructive and technological scheme of the apparatus for artificial insemination of cows is proposed. The device for artificial insemination contains a housing, a SHO-3M syringe, a device for fixing the syringe, a device for heating and maintaining the set temperature of the working part of the device, a mini-video camera with backlight. The image from the mini-video camera is continuously displayed on the screen of a mobile phone mounted on the bracket of the

device body. The main design parameters of the apparatus for artificial insemination of cows are: the diameter of the tube, the length of the tube, the departure of the tip of the syringe beyond the tube, the heater power of the working part of the apparatus. As a result of the study, the design parameters of the working part of the apparatus for artificial insemination of cows were determined: the length of the inserted part of the tube is 40 cm, the tip of the syringe extends relative to the tube cut-off is 50 mm, the tube diameter is 0.02 m, the required heater power during its continuous operation is 7.72 watts. The heat transfer coefficient of the heater surface is determined using criterion equations.

Keywords: artificial insemination apparatus, inseminator syringe, heater power.

For citation: Kupreenko A.I., Isaev H.M., Konopelkin A.A., Isaev S.H. To substantiate the design parameters of the apparatus for artificial insemination of cows. *Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]*. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 44–49. (In Russ.).

Введение

Эффективность скотоводства в значительной мере определяется уровнем организации искусственного осеменения животных в хозяйствах. Недостатком естественного способа является его успешность в пределах 40%, возможная передача болезней, мутаций от быка-производителя, дополнительные затраты на его содержание [4, 5].

Наибольшее распространение в хозяйствах получили три способа искусственного осеменения: ректо-, визо- и маночервикальный. [1, 2, 9, 10]. Наиболее распространен ректоцервикальный способ. Однако при этом способе осеменения у осеменатора отсутствует визуальный контроль места ввода семени в канал шейки матки коровы. Молодые и неопытные специалисты далеко не всегда могут отыскать шейку матки и зафиксировать ее. В результате шприц вводится в лучшем случае на $\frac{1}{4}$ ее длины, что значительно снижает результативность процедуры осеменения. Кроме того, из-за плохой фиксации и неумения помочь проведению пипетки оператор может травмировать слизистую оболочку шейки матки [6, 7].

Недостатком визо-цервикального аппарата, имеющего зеркало и подсветку, является неудобство обеспечения постоянного подогрева рабочей части вагинального зеркала тем или иным образом, особенно в зимнее время, что создает дискомфорт для животного особенно в холодное время года и также снижает вероятность успешного осеменения [3].

Существующие аппараты как отечественного, так и зарубежного производства оснащены только устройствами для дозирования семени, подсветки и мини-видеокамерами. Подогрев рабочей части для обеспечения комфортной работы в зимних условиях в этих аппаратах отсутствует.

Поэтому актуальной задачей является разработка аппарата, имеющего подогрев рабочей части, возможность визуального контроля места ввода семени в шейку матки животного.

Цель исследования. Разработка аппарата, имеющего подогрев рабочей части, возможность визуального контроля места ввода семени в шейку матки животного.

Объекты и методы исследования

На основе анализа существующих конструкций аппаратов разработана конструктивно-технологическая схема аппарата для искусственного осеменения коров [8].

Аппарат для искусственного осеменения содержит корпус, шприц ШО-3М, устройство для фиксации шприца, устройство для подогрева и поддержания заданной температуры рабочей части аппарата, мини-видеокамеру с подсветкой. Изображение с мини-видеокамеры непрерывно выводится на экран мобильного телефона, установленного на кронштейне корпуса аппарата (рис. 1).

Фиксация кончика шприца осеменатора осуществляется в отверстии заглушки 5 рабочей части аппарата. Со стороны зажима шприц укладывается в посадочное место 7 и зажимается фиксатором 8. Перемещение поршня шприца осеменатора осуществляется рычажно-шарнирным механизмом. Требуемая температура рабочей части аппарата поддерживается нагревателем 22, размещенным в трубке 23 рабочей части аппарата. Управление терморегулятором 25 осуществляется датчиком температуры 24. Питание электрической сети производится от батареи питания 26.

Перед началом работы осеменатор включает в работу устройство подогрева рабочей части аппарата. При достижении заданной температуры осеменатор фиксирует заряженный семенем шприц с выдвинутым поршнем на корпусе аппарата. Далее осеменатор вводит аппарат для искусственного осеменения во влагалище, контролируя процесс ввода по изображению на экране мобильного телефона. При достижении кончика шприца шейки матки осеменатор нажимом на кулису рычажно-шарнирного механизма выдавливает семя в канал шейки матки

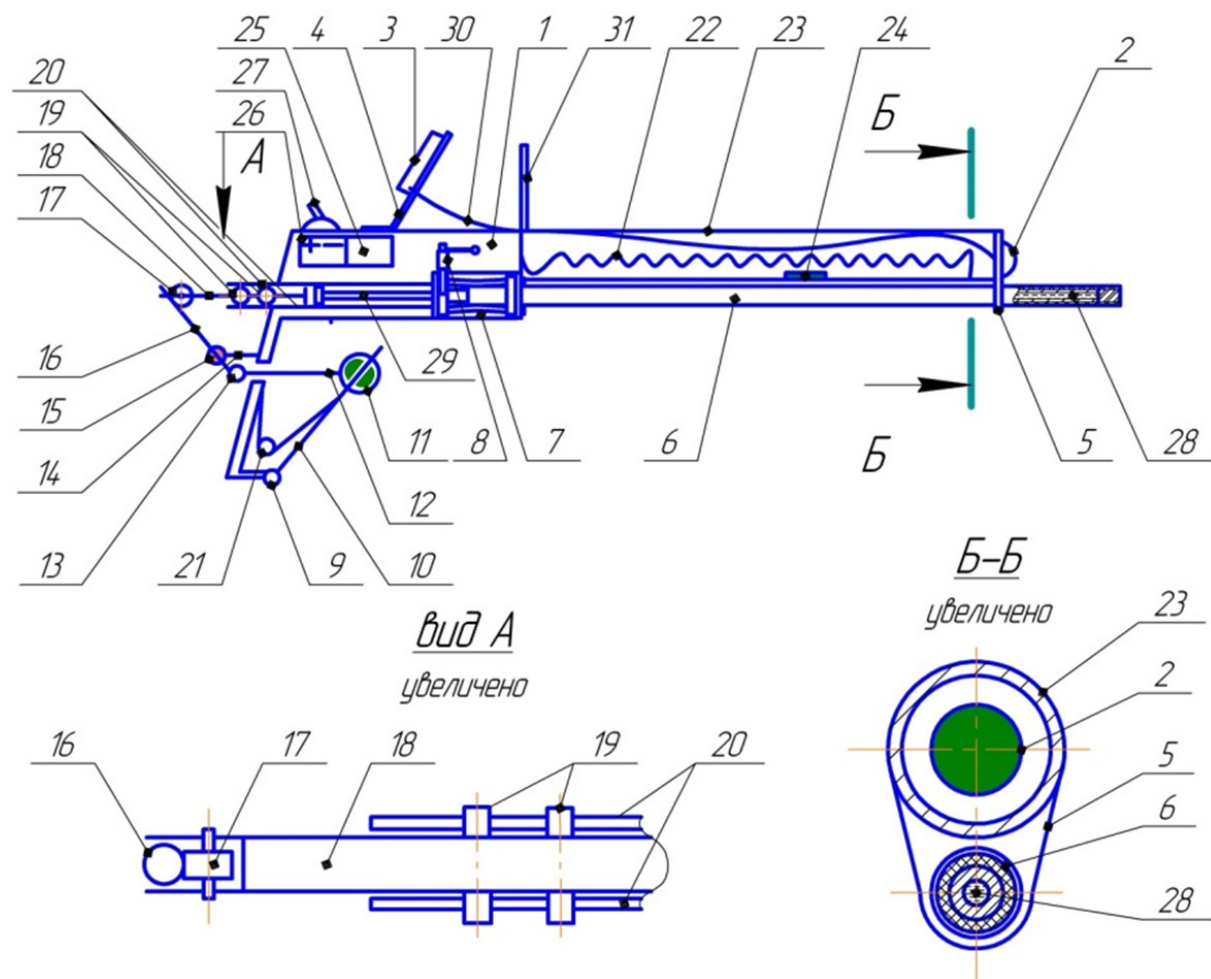


Рис. 1. Схема аппарата для искусственного осеменения: 1 – корпус; 2 – мини-видеокамера; 3 – мобильный телефон; 4 – кронштейн; 5 – заглушка; 6 – шприц осеменатора; 7 – посадочное место под шприц; 8 – фиксатор; 9 – шарнир; 10 – кулиса; 11 – шарнир-ползун; 12 – шатун; 13 – шарнир; 14 – кронштейн; 15 – ось; 16 – рычаг; 17 – ролик; 18 – толкатель; 19 – бобышки; 20 – направляющая; 21 – возвратная пружина; 22 – нагреватель; 23 – трубка; 24 – датчик температуры; 25 – терморегулятор; 26 – батарея питания; 27 – выключатель; 28 – порция семени; 29 – поршень; 30 – кабель; 31 – упор

коровы. При этом устранение дискомфорта животного, особенно в зимнее время, обеспечивается устройством подогрева рабочей части аппарата.

Температура рабочей части аппарата должна поддерживаться в пределах 37...39 °С.

Основными конструктивными параметрами аппарата для искусственного осеменения коров являются: диаметр трубки, длина трубки, вылет кончика шприца за обрез трубки, конструкция упоров на конце трубки.

Кроме этого необходимо рассчитать мощность нагревателя по теплопотерям трубки на основании критериальных уравнений.

Результаты

Исходя из строения коровы, длины катетера ШО-3М, равной 405 мм, длина вводимой части трубки должна составлять 40 см. Это позволяет дотянуться до шейки матки концом шприца и не допустить контакта корпуса прибора с телом животного.

Так как сперма должна гарантированно попасть в матку коровы, то необходимый вылет кончика шприца относительно обреза трубки должен

быть не менее 40 мм. Эта длина позволяет пройти через всю шейку матки.

Излишняя длина вылета шприца будет затруднять продвижение аппарата при его вводе и может быть травмо опасно для животного. Поэтому принимаем длину вылета равную 50 мм.

Диаметр трубки должен быть минимален исходя из того, что чем больше площадь поверхности трубки, тем больше микрофлоры может попасть внутрь, сложнее вводить в половые органы, больше поверхность теплоотдачи и больше мощность нагревателя и расход энергии, больше вес аппарата.

В тоже время, так как видеокамера с кабелем, нагреватель, терморезистор и вся проводка располагаются внутри трубки, то диаметр будет определяться возможностью расположения всех этих элементов внутри трубки.

Исходя из геометрических размеров используемых деталей, диаметр трубки принят равным 0,02 м.

Задачу по определению мощности нагревателя можно сформулировать так: определить секундные теплопотери с 0,4 м длины горизонтально расположенной цилиндрической трубки, охлаждаемой

свободным потоком воздуха, если известны наружный диаметр трубки $d=0,02$ м, температура стенки трубы $t_c=38^\circ\text{C}$ и температура воздуха $t_b=2^\circ\text{C}$ в помещении.

Количество теплоты, отдаваемое трубой за время τ можно определить по формуле:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot \tau (t_c - t_b) \text{ Дж}, \quad (1)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$;
 F – площадь поверхности теплоотдачи, м^2 ;
 τ – время, с;

t_c – температура стенки, $^\circ\text{C}$;
 t_b – температура воздуха, $^\circ\text{C}$.

Коэффициент теплоотдачи α можно найти, используя критериальные уравнения. Для случая свободной конвекции при горизонтальных трубах

$$\text{Nu}_b = 0,5(\text{Cr}_b \cdot \text{Pr}_b)^{0,25} \left(\frac{\text{Pr}_b}{\text{Pr}_c} \right)^{0,25} \quad (2)$$

где $\text{Nu}_b = \frac{\alpha d}{\lambda_b}$ – критерий Нуссельта;

$$\text{Cr}_b = \frac{gd^3}{\nu^2} \beta \Delta t \quad \text{– критерий Грасгофа};$$

$$\text{Pr} = \frac{\nu}{a} \quad \text{– критерий Прандтля};$$

d – характерный размер (для горизонтальных труб – диаметр), м;

λ_b – коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/\text{м } ^\circ\text{C}$;

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$;

β – коэффициент объемного расширения, $1/^\circ\text{C}$;

$\Delta t = t_c - t_b$ – температурный напор, $^\circ\text{C}$;

ν – коэффициент кинематической вязкости, $\text{м}^2/\text{с}$;

a – коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$.

Индекс «в» указывает на то, что соответствующие параметры определяются при температуре воздуха, а индекс «с» – при температуре стенки.

Для воздуха при $t_b=2^\circ\text{C}$ находим справочные данные для следующих параметров:

$$\nu = 13,28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}; \quad \lambda_b = 2,44 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{м } ^\circ\text{C};$$

$$\text{Pr}_b = 0,707.$$

Критерий Прандтля при $t_c=38^\circ\text{C}$: $\text{Pr}_c = 0,700$.

Критерий Грасгофа будет равен:

$$\text{Cr}_b = \frac{9,81 \cdot 0,02^3 (38 - 2)}{13,28^2 \cdot 10^{-12} \cdot 298} = 0,54 \cdot 10^5.$$

Подставляя полученные значения в (2), определим значение критерия Нуссельта:

$$\text{Nu}_b = 0,5(0,54 \cdot 10^5 \cdot 0,707)^{0,25} \left(\frac{0,707}{0,700} \right)^{0,25} = 7.$$

Из определения критерия Нуссельта следует

$$\alpha = \frac{\text{Nu}_b \lambda_b}{d} = \frac{7 \cdot 2,44 \cdot 10^{-2}}{0,02} = 8,54 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Подставляя найденное значение α в выражение (1) определим искомое количество теплоты:

$$Q = 8,54 \cdot 3,14 \cdot 0,02 \cdot 0,4 \cdot 1(38 - 2) = 7,72 \text{ Дж}.$$

Так как данное количество теплоты отдается за 1 с, то требуемая мощность нагревателя численно будет равна этому значению – 7,72 Вт.

Обсуждение

Полученное значение мощности будет потребляться при непрерывной работе нагревателя. Так как для ускоренного прогрева в начале работы используется более мощный нагреватель с температурой нагрева до 300°C в комплекте с термореле, то периодически потребляемая мощность будет значительно выше. Расход энергии будет зависеть от температуры окружающей среды.

При вводе аппарата в половые пути коровы теплоотдача будет уже не воздуху, а слизистой поверхности путей. По сравнению с воздухом потери теплоты будут выше, поэтому расход энергии будет больше.

Выводы

В результате проведенного исследования определены конструктивные параметры рабочей части аппарата для искусственного осеменения коров: длина вводимой части трубки – 40 см, вылет кончика шприца относительно среза трубки – 50 мм, диаметр трубки – 0,02 м, требуемая мощность нагревателя при его непрерывной работе – 7,72 Вт.

Литература

- [1] Аппарат для визцервикального способа осеменения коров / А.И. Купреенко, Х.М. Исаев, В.Е. Гапонова, Е.И. Слезко // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 2 (46). С. 104-107. EDN: HGKCTW

References

- [1] Apparatus for the visocervical method of insemination of cows / A.I. Kupreenco, H.M. Isaev, V.E. Gaponova, E.I. Slezko // Technique and technologies in animal husbandry. 2022. No. 2 (46). pp. 104-107. EDN: HGKCTW

- [2] Аппарат для искусственного осеменения коров / А.И. Купреенко, Х.М.О. Исаев, В.Е. Гапонова, Е.И. Слезко, М.А. Ткачев // В сборнике: От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК. 2022. С. 57-60. EDN: EAIJVG
- [3] Аппарат для осеменения КРС. Режим доступа: <http://partnerlab.ru/product-153-apparat-dlya-iskusstvennogo-osemeneniyz-KRS>.
- [4] Бочаров, И.А. Акушерство, гинекология и искусственное осеменение сельскохозяйственных животных. Л.: Колос, 1967. 150 с.
- [5] Лебедько Е.Я. Состояние мясного скотоводства Брянской области / Е.Я. Лебедько, А.И. Купреенко // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 3 (39). С. 20-25. EDN: POSBNM
- [6] Патент на изобретение 2737486 РФ, МПК А61D 19/02 Аппарат для искусственного осеменения / А.И. Купреенко, Х.М. Исаев, А.Н. Голубов - № 2020107764; заявлено 19.02.20; опубликовано 01.12.20, Бюл. № 34. EDN: RHRIPQ
- [7] Патент на полезную модель 217050 РФ, МПК А61D 19/02 Аппарат для искусственного осеменения / А.И. Купреенко, Х.М. Исаев, С.Х. Исаев, С.М. Михайличенко - № 2022125604; заявлено 29.09.22; опубликовано 15.03.2023, Бюл. № 8. EDN: AOQHDO
- [8] Патент на полезную модель 216983 РФ, МПК А61D 19/02 Аппарат для искусственного осеменения / А.И. Купреенко, Х.М. Исаев, С.Х. Исаев, С.М. Михайличенко - № 2022110024; заявлено 12.04.22; опубликовано 13.03.2023, Бюл. № 8. EDN: TMDUDD
- [9] Ткачев М.А. Способы стимуляции половой функции и миометрия матки коров в условиях молочно-товарных ферм // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 82-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, Почетного профессора Брянской ГСХА, доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева Анатолия Алексеевича. 2020. Часть I. С. 141-145. EDN: DFMMNY
- [10] Шприц осеменатора ШО-3М. Режим доступа: <http://www.agrosfera55.ru/catalog/kategoriya-6/shpricz-sho-3m.html>
- [2] Apparatus for artificial insemination of cows / A.I. Kupreenko, H.M.O. Isaev, V.E. Gaponova, E.I. Slezko, M.A. Tkachev // In the collection: From modernization to advanced development: ensuring the competitiveness and scientific leadership of the agro-industrial complex. 2022. pp. 57-60. EDN: EAIJVG
- [3] Apparatus for insemination of cattle. Access mode: <http://partnerlab.ru/product-153-apparat-dlya-iskusstvennogo-osemeneniyz-KRS>.
- [4] Bocharov, I.A. Obstetrics, gynecology and artificial insemination of farm animals. L.: Kolos, 1967. 150 p.
- [5] Lebedko E.Ya. The state of beef cattle breeding in the Bryansk region / E.Ya. Lebedko, A.I. Kupreenko // Equipment and technologies in animal husbandry. 2020. No. 3 (39). pp. 20-25. EDN: POSBNM
- [6] Patent for invention 2737486 RF, IPC A61D 19/02 Apparatus for artificial insemination / A.I. Kupreenko, H.M. Isaev, A.N. Golubov - No. 2020107764; announced 19.02.20; published 01.12.20, Byul. No. 34. EDN: RHRIPQ
- [7] Patent for utility model 217050 RF, IPC A61D 19/02 Apparatus for artificial insemination / A.I. Kupreenko, H.M. Isaev, S.H. Isaev, S.M. Mikhailichenko - No. 2022125604; announced 29.09.22; published 15.03.2023, Bul. No. 8. EDN: AOQHDO
- [8] Patent for utility model 216983 RF, IPC A61D 19/02 Apparatus for artificial insemination / A.I. Kupreenko, H.M. Isaev, S.H. Isaev, S.M. Mikhailichenko - No. 2022110024; announced 12.04.22; published 13.03.2023, Byul. No. 8. EDN: TMDUDD
- [9] Tkachev M.A. Methods of stimulation of sexual function and uterine myometrium of cows in dairy farms // Actual problems of veterinary medicine and intensive animal husbandry: materials of the national scientific and practical conference dedicated to the 82nd anniversary of the birth of the Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Honorary Professor of the Bryansk State Agricultural Academy, Doctor of Veterinary Sciences, Professor Anatoly Tkachev Alekseyevich. 2020. Part I. S. 141-145. EDN: DFMMNY
- [10] The syringe of the inseminator SHO-3M. Access mode: <http://www.agrosfera55.ru/catalog/kategoriya-6/shpricz-sho-3m.html>

Сведения об авторах

Information about the authors

Купреенко Алексей Иванович доктор технических наук профессор кафедры «Технологическое оборудование животноводства и перерабатывающих производств» ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а. Тел.: 8(48341) 24-7-59 E-mail: kupreenkoai@mail.ru	Kupreenko Alexey Ivanovich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Technological equipment for livestock breeding and processing industries» Bryansk State Agrarian University Phone: 8(48341) 24-7-59 E-mail: kupreenkoai@mail.ru
Исаев Хафиз Мубариз-оглы кандидат экономических наук заведующий кафедрой «Технологическое оборудование животноводства и перерабатывающих производств» ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а. Тел.: E-mail: kaftogpp@bgsha.com	Isaev Hafiz Mubariz-oglu PhD in Economics head of the department of «Technological equipment for livestock breeding and processing industries» Bryansk State Agrarian University Phone: E-mail: kaftogpp@bgsha.com
Конопелькин Александр Александрович Заместитель управляющего производством КФХ (ЮЛ) Агрохолдинг «Кролково» 242507, Брянская область, Карачевский район, село Вельяминова, Советская ул., стр. 18	Konopelkin Alexander Alexandrovich Deputy Production Manager Agroholding «Krolkovo»
Исаев Самир Хафизович ассистент «Технологическое оборудование животноводства и перерабатывающих производств» ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет» 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а. Тел.: E-mail: kaftogpp@bgsha.com	Isaev Samir Khafizovich assistant «Technological equipment for livestock breeding and processing industries» Bryansk State Agrarian University Phone: E-mail: kaftogpp@bgsha.com

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 637.2

Производство мёда в России

Зимняков В.М., Невитов М.Н.

Аннотация. В статье отмечено значение меда как ценного продукта питания. Проведен анализ состояния производства меда в Российской Федерации по категориям хозяйств в 2010-2021 годах. Проанализировано производство меда по регионам. Выявлено, что лидером по производству меда в стране является Республика Башкортостан. Республика Башкортостан производит 9,1% от общего объема производства меда в стране. Отмечены наиболее важные критерии при покупке меда. Цена и качество (вкус) меда выступают самыми значимыми требованиями, влияющими на поведение потребителей. Рассмотрены вопросы качества меда. В настоящее время существует проблема не только фальсификации меда производителями, но и нарушения основных режимов технологии его получения и хранения. Отмечено, что с марта 2023 года в России начнут действовать новые правила ветеринарно-санитарной экспертизы мёда и пчеловодческой продукции, каждая партия должна будет проверяться по физико-химическим показателям. Представлена динамика экспорта и импорта российского меда с 2017 по 2021 год. Сделан прогноз по увеличению объем экспорта меда к 2025 году. Для России экспорт меда – крайне перспективное направление для развития поставок несырьевых товаров за рубеж.

Ключевые слова: мед, динамика, объем, качество, производство, рынок, экспорт, импорт, прогноз.

Для цитирования: Зимняков В.М., Невитов М.Н. Производство мёда в России // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 50–55.

Honey production in Russia

Zimnyakov V.M., Nevitov M.N.

Abstract. The article notes the importance of honey as a valuable food product. The analysis of the state of honey production in the Russian Federation by categories of farms in 2010-2021 was carried out. Honey production by region is analyzed. It was revealed that the Republic of Bashkortostan is the leader in honey production in the country. The Republic of Bashkortostan produces 9.1% of the total honey production in the country. The most important criteria for buying honey are noted. The price and quality (taste) of honey are the most significant requirements affecting consumer behavior. The issues of honey quality are considered. Currently there is the problem is not only the falsification of honey by manufacturers, but also violations of the basic modes of its production and storage technology. It was noted that from March 2023, new rules for veterinary and sanitary examination of honey and beekeeping products will begin to operate in Russia, each batch will have to be checked for physico-chemical indicators. The dynamics of exports and imports of Russian honey from 2017 to 2021 is presented. A forecast has been made to increase the volume of honey exports by 2025. For Russia, the export of honey is an extremely promising direction for the development of supplies of non-primary goods abroad.

Keywords: honey, dynamics, volume, quality, production, market, export, import, forecast.

For citation: Zimnyakov V.M., Nevitov M.N. Honey production in Russia. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 50–55. (In Russ.).

Введение

Мед – ценный продукт питания, содержащий в своем составе разнообразные вещества с выраженными лечебно-диетическими и профилактическими свойствами. Калорийность меда составляет примерно 330 ккал на 100 граммов. Мед содержит около 180 различных соединений. Пищевая ценность меда представлена в основном углеводами – фруктозой, глюкозой, мальтозой и сахарозой. Обычно мед на 80% состоит из натуральных сахаров (благодаря этому он слаще столового сахара), а также из воды (в среднем на 18%, но чем ниже этот показатель, тем качественнее продукт) и минеральных веществ, белка и пыльцы (примерно 2% от состава). И хотя химический состав разных сортов меда несколько отличается в зависимости от цветочного разнообразия, но в целом список нутриентов похожий. Если говорить об энергетической ценности продукта, то это довольно калорийная пища. В каждой столовой ложке меда есть примерно 64 ккал, но совсем нет жиров, холестерина. А вот углеводов в названной порции – 17 грамм.

Снабжение организма энергией – далеко не единственная и совсем не главная функция меда. Этот продукт представляет собой уникальный набор минералов и витаминов. Мед содержит витамины группы А и С, некоторые вещества из группы В. Мед – удивительный источник многих аминокислот и минералов. Среди наиболее часто встречающихся – кальций, медь, железо, магний, марганец, фосфор, калий, натрий, цинк, никель, олово, бор, кремний. Но одними из самых важных компонентов называют полифенолы – вещества-антиоксиданты, которые помогают организму противостоять свободным радикалам (опасные компоненты, вызывающие серьезные заболевания). Мед – известный натуральный антисептик, антиоксидант, антибиотик. Это вещество обладает противогрибковыми, антибактериальными и пребиотическими свойствами.

Значение пчелопродуктов в питании человека заключается в их лечебных и диетических свойствах, способствующих сохранению здоровья, что обуславливает стабильный спрос населения не только на мед, но и другие продукты пчеловодства. Кроме того, пчеловодство предоставляет сырье для многих отраслей промышленности и услуги по опылению энтомофильных сельскохозяйственных культур, за счет чего значительно увеличивается их урожайность [3].

Цель исследования – провести анализ производства меда в России и определить тенденции развития производства на ближайшее время.

Объекты и методы исследований

Теоретико-методологической основой исследования является применение диалектических принципов и методов научного познания, системный подход к исследованию производства меда в России. Реализация цели исследования была достигнута посредством оценки состояния производства меда, анализа динамики его развития. Методологическую основу исследования составляют системный и структурный подходы, для которых характерно целостное рассмотрение, установление взаимодействия факторов, влияющих на динамику развития производства меда в России.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время в России имеется 150 относительно крупных производителей меда и других пчелопродуктов. 94% меда производится малыми формами хозяйствования и фермерами, которые сбывают 45% произведенного меда оптовикам и переработчикам, а остальное реализуется на ярмарках и рынках и через интернет. В государственном племенном регистре значатся 2 племенных завода, 18 племенных репродукторов и 1 ассоциация по среднерусской пчеле. Эти организации находятся в Алтайском и Пермском краях, республиках Башкортостан, Татарстан, Удмуртия, Ингушетия, Адыгея, Карачаево-Черкесия, Северная Осетия - Алания, а также в Рязанской, Тульской и Кировской областях.

Специалисты НИИ пчеловодства считают, что наша страна обладает большим медоносным потенциалом, и может обеспечить производство меда на уровне 100–120 тысяч тонн в год. Кроме меда в России ежегодно производят 3 тыс. т воска, 40–45 т пыльцы и перги, 1 т маточного молочка.

По характеру использования пчел выделяют 4 направления пчеловодства:

- медово-опылительное;
- чисто опылительное;
- разведенческое;
- медово-товарное.

Основная продукция последнего направления – мед, воск и другие полезные продукты пчеловодства.

По данным Росстата, в 2021 году производство меда в России составило около 64,2 тыс. т – на 13,3 тыс. т больше, чем в 2010 году (рис.1). В хозяйствах населения объемы производства меда возросли на 26,7%, в сельскохозяйственных организациях, наоборот, уменьшились на 29,4%. Этому способствовал дифференцированный уровень производитель-

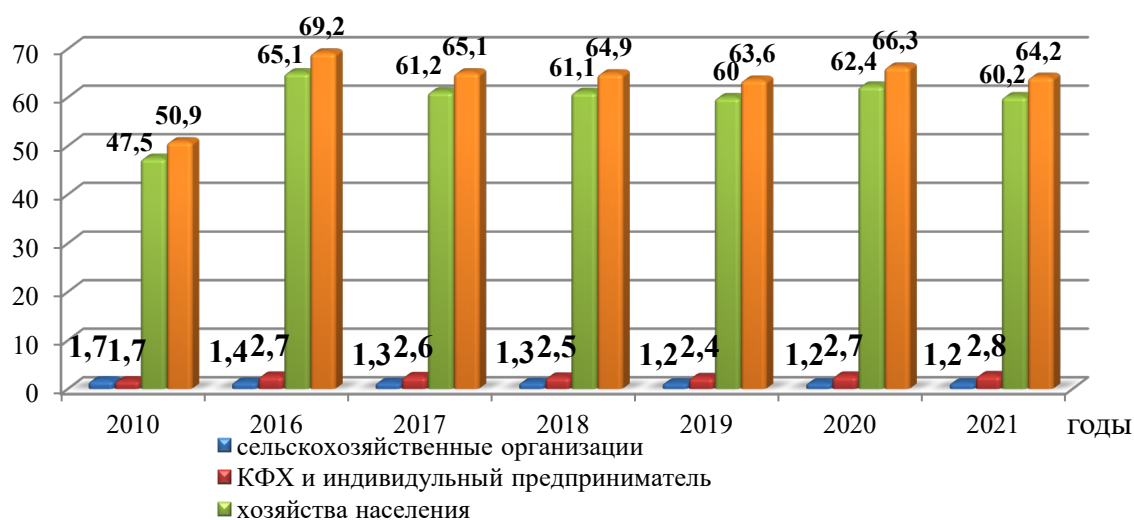


Рис.1. Производство меда в России по категориям хозяйств в 2010-2021 гг., тыс. тонн.

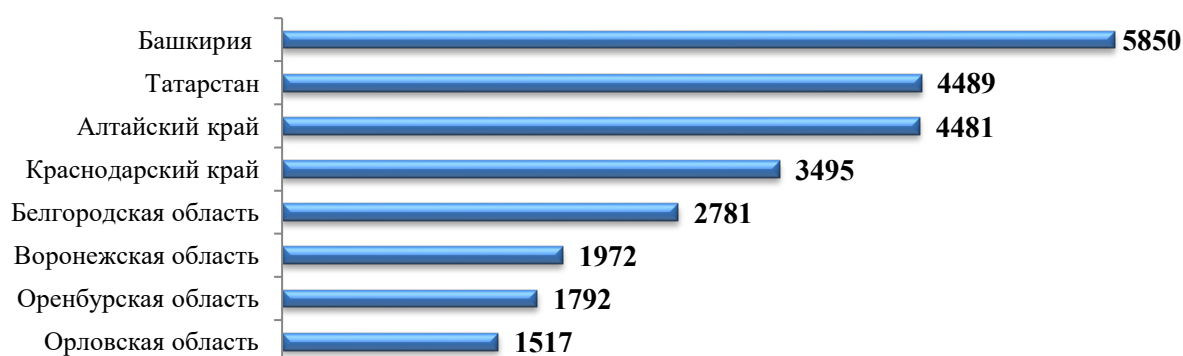


Рис.2. Производство меда по регионам России, тонн

ности труда в различных формах хозяйствования, хозяйственное отношение к работе, снижение естественных потерь меда при производстве, транспортировке и хранении и некоторые другие причины. На развитие медового агробизнеса также влияет то, что в последние годы происходит укрупнение агробизнеса, способствующее сокращению рабочих мест на селе [5]. В настоящее время российское пчеловодство исчерпало внутренние резервы для развития и, как никогда прежде, нуждается в помощи со стороны государства. Необходимо оказать государственную поддержку племенным пчелоразведенческим хозяйствам и пчелофермам всех уровней за счет дифференцированных дотаций и предпочтений.

Анализируя производство меда в России по регионам, можно отметить следующее (рис.2). Первое место по объемам производства меда в 2021 году заняла Башкирия с 5850 т, второе место Татарстан – 4489 тонн, третьим стал Алтайский край (4481 тонн), на четвертой строчке Краснодарский край (3495 тонн), замыкает ТОП-8 Орловская область (1517 тонн).

В каждом российском регионе вкусовые качества меда отличаются. Мед обладает уникальным набором вкусовых и целебных качеств, которые зависят от экологической ситуации, природно-географических условий и некоторых других. Наибольшее число пчелосемей сконцентрировано в

Приволжском, Южном, Центральном федеральном округах. Соответственно, именно в этих федеральных округах и объемы производства меда являются наибольшими в стране [5].

Какие критерии являются наиболее важными при покупке меда? По данным исследования авторов [2] наиболее важными при покупке меда являются следующие критерии (рис.3).

На основе данных исследования авторов [2] по изучению критериев покупки меда потребителями составлен следующий график (Рис. 4). Более 25,30 % опрошенных потребителей при выборе меда приоритет отдали цене, 21,20 % отдали предпочтения качеству меда, а именно вкус, третьим по значимости фактором является страна/регион происхождения меда – 12,50 %, и на последнее место потребители поставили место продажи – 7,50 % опрошенных. Следовательно, цена и качество (вкус) меда выступают самыми значимыми требованиями, влияющим на поведение потребителей. Критериями средней значимости оказались страна /регион происхождения и бренд меда.

На основе данных исследования авторов [2] по изучению периодичности покупки меда потребителями составлен следующий график (рис. 4).

Отмечено, что 1 раз в месяц покупают мед – 5,8% опрошенных, сезонные запасы создают – 10,0%, 1 раз в год покупают мед – 23,7% , наиболее



Рис.3. Наиболее важные критерии при покупке мёда

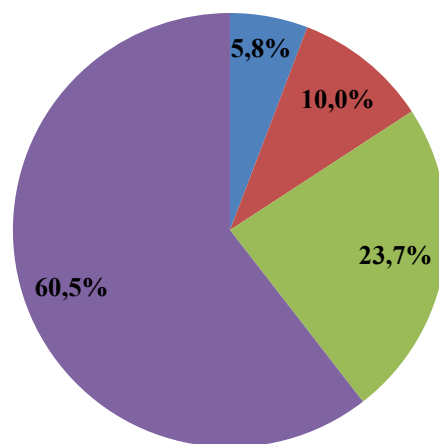
часто покупают мед (60,5%) – по мере необходимости.

По производству мёда на душу населения Россия опережает многие другие «пчеловодные державы», а по его среднему потреблению не отстает от большинства из них и незначительно уступает США, Германии и другим развитым странам. Наибольшее производство на душу населения наблюдается в странах, занимающих лидирующее положение в мире по производству мёда и имеющих относительно небольшую численность населения – Аргентина, Украина и Турция [7].

Основными резервами повышения экономической эффективности, производства продукции пчеловодства является: 1) рост продуктивности пчелосемей за счет внедрения высокопродуктивных пород пчел, внедрения новых технологий содержания пчел, а также создания многовидовой полноценной кормовой базы; 2) поддержание качества продукции на высоком уровне, в том числе за счет применения новой техники и передовых технологий производства и переработки продукции пчеловодства, а также необходимость сертификации производимой продукции для поддержания высокого уровня платежеспособного спроса на нее [3].

На сегодняшний день всем известно, что потребители сильно реагируют на информационность какого-либо продукта. Здесь можно было бы обратить внимание на то, что население не проинформировано обо всех качествах и полезных свойствах мёда. Для этого необходимо привлечение средств массовой информации. Таким образом, можно будет увеличить объемы реализации мёда [4].

На сегодняшний день качество мёда, реализуемого крупными и частными предприятиями, оставляет желать лучшего. Мед является одним из самых фальсифицируемых продуктов питания, что требует совершенствования технологии его переработки и методов контроля его качества. В настоящее время существует проблема не только фальсификации мёда производителями, но и нарушения основных режимов технологии его получения и хранения.



- 5,8% - 1 раз в месяц
- 10% - сезонные запасы
- 23,7% - 1 раз в год
- 60,5% - по мере необходимости

Рис. 4. Частота покупки мёда, %.

Пренебрежение нормативными требованиями при производстве мёда может происходить еще на этапе его откачки из сот. В процессе извлечения мёда из сот производитель может нагревать свежую медовую массу до недопустимого уровня температуры (более 75°C) для более быстрого его извлечения, а также для предотвращения ранней кристаллизации продукта. Следует отметить, что нагревание мёда до температуры 40°C не является запрещенной манипуляцией при откачке. Однако реализация нагретого мёда под видом оригинального свежего продукта, без определенных пометок о его температурной обработке, также недопустима. Использование нагретого мёда рекомендуется в первый месяц хранения после нагревания с соответствующей пометкой о проводимой температурной обработке [1].

С марта 2023 года в России начнут действовать новые правила ветеринарно-санитарной экспертизы мёда и пчеловодческой продукции, каждая партия должна будет проверяться по физико-химическим показателям, причём в крайне сжатые сроки – не позднее трёх часов после отбора проб. Требования к качеству и безопасности мёда в России не менялись 20 лет. С марта от пчеловодов потребуют предоставлять пакет документов – ещё до начала проведения исследований. Такой контроль способствует сокращению поступлений сомнительной продукции на рынок. Новые правила касаются лишь того мёда, который пойдёт на продажу и переработку. Продукцию, которая пойдёт для домашнего использования, проверять эксперты не будут.

В настоящее время спрос на продукцию пчеловодства растет. В последние годы было принято несколько государственных стандартов по качеству мёда, прополиса, воска и так далее. Увеличение

Таблица 1 - Динамика экспорта российского меда с 2017 по 2021 год

Годы	2017	2018	2019	2020	2021
Единица измерения: Тонны	1896	1963	2401	2802	3774

Таблица 2 - Динамика импорта российского меда с 2017 по 2021 год

Годы	2017	2018	2019	2020	2021
Единица измерения: Тонны	155	135	180	216	193

спроса связано не только с традиционным потреблением его в кулинарии, но и развитием технологий его переработки для медицинских целей, индустрии красоты. Активно разрабатываются рецептуры напитков, пищевых добавок с использованием пчелиных продуктов в сочетании с орехами, фруктами, лекарственными растениями.

В последнее время Российский мед реализуется не только на внутреннем рынке, но и за рубежом.

Динамику российского экспорта можно проследить по данным таблицы 1.

В 2021 году из России было экспортировано 3774 т меда. За 5 месяцев 2022 года было экспортировано 1455 тонн меда – на 4% больше, чем за этот период в 2021 году. Мед поставлялся в 26 стран мира. ТОП-5 его покупателями были: Польша (342 тонны), Китай (212 тонн), Беларусь (208 тонн), Сербия (164 тонны) и Казахстан (149 тонн).

Выход российских производителей на мировой рынок обусловлен прежде всего качеством меда. И повышение качества может обеспечить значительное увеличение поставок меда в другие страны. Для России экспорт меда – крайне перспективное направление для развития поставок не сырьевых товаров за рубеж [7].

ТОП-5 стран, из каждой из которых Россия

импортировала в 2021 году от 74 до 10 тонн меда: Австрия, Грузия, Казахстан, Франция и Беларусь.

Таким образом, Россия – страна традиционного пчеловодства, занимающая одно из ведущих мест среди стран с развитым пчеловодством, несмотря на то, что большая часть ее территории расположена в зоне рискованного сельского хозяйства. Пчелы являются неотъемлемой составляющей агробиоценозов, а пчеловодство – важной отраслью агропромышленного комплекса [8].

Для стабилизации отрасли пчеловодства необходима активная государственная поддержка пчеловодства для производства продукции требуемого качества и обеспечения потребностей населения в ценном продукте питания, а пищевой промышленности – в сырье для инновационных продуктов на основе меда [6].

Выводы

1. В 2021 году производство меда в России составило около 64,2 тыс. т – на 13,3 тыс. т больше, чем в 2010 году. В хозяйствах населения объемы производства меда возросли на 26,7%, в сельскохозяйственных организациях, наоборот, уменьшились на 29,4%.

2. Экспорт меда в 2021 году составил 3774 тонны. К 2025 году объем экспорта меда может увеличиться еще на 1500 тонн, из которых до 600 тонн может составить органический мед, востребованный на мировом рынке. Для России экспорт меда – крайне перспективное направление для развития поставок не сырьевых товаров за рубеж.

3. В настоящее время российское пчеловодство исчерпало внутренние резервы для развития и, как никогда прежде, нуждается в помощи со стороны государства. Необходимо оказать государственную поддержку племенным пчелоразведенческим хозяйствам и пчелофермам всех уровней за счет дифференцированных дотаций и преференции.

Литература

- [1] Брандорф, А.З., Серебрякова О.В., Есенкина С.Н. Основные индикаторы соблюдения норм производства и условий хранения меда. Аграрный вестник Урала, 2021, № 9 (212), с. 34-43.
- [2] Карабанова А.Г., Видершпан Е.С. Изучение потребителей меда, как фактор успешного развития отрасли // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018010220>
- [3] Колупаев, С.В. Производство меда и пчелопродуктов как фактор обеспечения продовольственной безопасности. Наука и Образование, 2020, Т. 3. № 3, с. 85.
- [4] Маннапова, Р.А., Залилова З.А. Основные направления повышения рентабельности

References

- [1] Brandorf, A.Z., Serebryakova O.V., Esenkina S.N. The main indicators of compliance with production standards and storage conditions of honey. Agrarian Bulletin of the Urals, 2021, No. 9 (212), pp. 34-43.
- [2] Karabanova A.G., Vidershpán E.S. Studying honey consumers as a factor of successful development of the industry // Materials of the XI International Student Scientific Conference «Student Scientific Forum» URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018010220>
- [3] Kolupaev, S.V. Production of honey and bee products as a factor in ensuring food security. Science and Education, 2020, Vol. 3. No. 3, p. 85.
- [4] Mannapova, R.A., Zalilova Z.A. The main directions of increasing the profitability of honey production International Journal of Applied and Fundamental Research. 2014, No. 2-2, pp. 171-172.

- производства меда Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014, № 2-2, с. 171-172.
- [5] Саитова, Р.З. Тенденции производства меда в российской федерации и в республике Башкортостан Уфимский гуманитарный научный форум, 2020, № 1 (1), с. 94-101.
- [6] Семченко, М.В., Жунева Л.С., Милентьева И.С. Перспективы производства меда и его использования в технологии пищевых продуктов Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2019, № 2-3 (368-369), с. 18-20.
- [7] Смоленцев, С.Ю., Наместников В.А. Обзор современного состояния российского рынка мёда Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства, 2021, № 23, с. 528-530.
- [8] Фудина, Е.В. Аналитический обзор производства и потребления мёда в России. Сурский вестник, 2018, № 4 (4), с. 72-74.
- [5] Saitova, R.Z. Trends in honey production in the Russian Federation and in the Republic of Bashkortostan Ufa Humanitarian Scientific Forum, 2020, No. 1 (1), pp. 94-101.
- [6] Semchenko, M.V., Zhuneva L.S., Milentyeva I.S. Prospects of honey production and its use in food technology Proceedings of higher educational institutions. Food technology, 2019, No. 2-3 (368-369), pp. 18-20.
- [7] Smolentsev, S.Yu., Namestnikov V.A. Review of the current state of the Russian honey market Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products, 2021, No. 23, pp. 528-530.
- [8] Fudina, E.V. Analytical review of honey production and consumption in Russia. Sursky Bulletin, 2018, No. 4 (4), pp. 72-74.

Сведения об авторах

Information about the authors

Зимняков Владимир Михайлович доктор экономических наук профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru	Zimnyakov Vladimir Mikhailovich D.Sc. in Economics professor at the department of «Agricultural products processing» Penza State Agrarian University Phone: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru
Невитов Михаил Николаевич кандидат биологических наук доцент кафедры «Биология, биологические технологии и ВСЭ» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 E-mail: nevitov.m.n@pgau.ru	Nevitov Mikhail Nikolaevich PhD in Biology Associate Professor of the Department of Biology, Biological Technologies and VSE Penza State Agrarian University E-mail: nevitov.m.n@pgau.ru

Системный подход к вопросу оценки конкурентоспособности предприятий питания

Курочкин А.А., Юрьев В.Ю.

Аннотация. В работе систематизирован материал о различных типах предприятий питания и их отличиях при оценке конкурентоспособности с позиции анализа несложных систем. Предложен методологический подход к исследованию конкурентоспособности предприятий общественного питания на основе учета качества их продукции и оказываемых услуг с точки зрения получения синергетического эффекта. Делается вывод о том, что с позиции системного подхода модель конкурентоспособности предприятия питания перспективно рассматривать как объект познания в виде двух подсистем: внутренней и внешней среды. Анализ работы такой модели предполагает оценку функционирования каждой подсистемы, а также степени синхронизации их развития (изменения).

Ключевые слова: индустрия питания, предприятие, пищевые продукты, товар, услуга, конкурентоспособность, системный подход.

Для цитирования: Курочкин А.А., Юрьев В.Ю. Системный подход к вопросу оценки конкурентоспособности предприятий питания // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 56–60.

A systematic approach to the issue of assessing the competitiveness of food enterprises

Kurochkin A.A., Yuryev V.Yu.

Abstract. The paper systematizes the material on various types of catering enterprises and their differences in assessing competitiveness from the perspective of analyzing simple systems. A methodological approach to the study of the competitiveness of public catering enterprises based on the quality of their products and services provided from the point of view of obtaining a synergetic effect is proposed. It is concluded that from the standpoint of a systematic approach, the competitiveness model of a catering enterprise is promising to be considered as an object of cognition in the form of two subsystems: internal and external environment. The analysis of such a model involves an assessment of the functioning of each subsystem, as well as the degree of synchronization of their development (changes).

Keywords: food industry, enterprise, food products, goods, services, competitiveness, system approach.

For citation: Kurochkin A.A., Yuryev V.Yu. A systematic approach to the issue of assessing the competitiveness of food enterprises . Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 3. pp. 56–60. (In Russ.).

Введение

Индустрия питания – это самостоятельная отрасль экономики, состоящая из предприятий различных форм собственности и организационно-управленческой структуры, организующая питание населения, а также производство и реализацию готовой продукции и полуфабрикатов, как на предприятии общественного питания, так и вне его, с возможностью оказания широкого перечня услуг по организации досуга и других дополнительных

услуг (ГОСТ 31985-2013 Услуги общественного питания. Термины и определения).

В цитируемом ГОСТе под предприятием общественного питания (предприятием питания) понимается объект хозяйственной деятельности, предназначенный для изготовления продукции общественного питания, создания условий для потребления и реализации продукции общественного питания и покупных товаров (в т.ч. пищевых продуктов промышленного изготовления), как на месте изготовления, так и вне его по заказам, а также для

оказания разнообразных дополнительных услуг, в том числе по организации досуга потребителей. В общественном питании к таким объектам относятся предприятия заготовочного и доготовочного типов.

При системном анализе предприятие первого типа может рассматриваться как система, состоящая из трех взаимозависимых уровней иерархии (подсистем): организации производства (подсистема оперативного управления всеми подразделениями предприятия, планирование запасов сырья и реализации готовой продукции); технологическая подсистема (технологические процессы, представляющие собой совокупность специфических операций) и физико-химическая подсистема (типовые процессы пищевых технологий: физические, химические и биохимические) [4].

Для предприятия доготовочного типа такой подход не учитывает его важнейшую особенность, связанную с тем, что наряду с производством материальных ценностей (пищевой продукции), данный представитель индустрии питания оказывает услуги.

Для индустрии питания услуга – это результат деятельности предприятий общественного питания (юридических лиц или индивидуальных предпринимателей) по удовлетворению потребностей потребителя в продукции общественного питания, в создании условий для реализации и потребления продукции общественного питания и покупных товаров, в проведении досуга и в других дополнительных услугах. При этом в качестве потребителя услуги предприятия питания выступает физическое лицо (гость) или юридическое лицо, пользующиеся услугами предприятия общественного питания.

Таким образом, предприятие питания следует рассматривать, оценивать и проектировать его деятельность как производителя товаров и услуг.

Цель исследований – рассмотрение некоторых аспектов оценки конкурентоспособности предприятий питания на основе системного подхода.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись предприятия питания заготовочного и доготовочного типа. Методология исследований – маркетинговые инструменты и методы.

Результаты и их обсуждение

С позиции системного подхода классификация предприятий общественного питания может быть представлена следующим образом.

Вначале выделим группу предприятий, которая четко стандартизирована на основании ГОСТ 31989-2012 Услуги общественного питания. Общие требования к заготовочным предприятиям общественного питания.

На основании этого документа заготовочное

предприятие – это предприятие общественного питания, предназначенное для производства продукции общественного питания, снабжения доготовочных предприятий общественного питания, магазинов и отделов кулинарии, предприятий розничной торговли, а также для доставки потребителям по их заказам на дом, в офисы, на рабочие места и др.

К этой группе предприятий относятся: фабрики-заготовочные, фабрики-кухни, специализированные цехи по производству полуфабрикатов, кулинарных, булочных, кондитерских изделий и блюд, специализированные предприятия для определенного контингента потребителей – школьные кулинарные фабрики, заготовочные предприятия школьного питания, комбинаты школьного питания, заготовочные предприятия детского питания, предприятия бортового питания, питания пассажиров железнодорожного транспорта и др.

При этом вид и наименование заготовочного предприятия общественного питания определяется в зависимости от вида и объема перерабатываемого сырья и полуфабрикатов, ассортимента и объема изготавливаемой продукции, а также контингента потребителей.

С позиции маркетинга заготовочные предприятия общественного питания производят товар в виде пищевых продуктов или полуфабрикатов. Рассматривая эти предприятия с точки зрения общей методологии, отметим, что для них применим маркетинг материальных ценностей, в качестве которых выступает товар с относительно коротким жизненным циклом – пищевые продукты. Эти товары-продукты можно рассмотреть, прикоснуться, съесть. В общем случае концепция такого маркетинга базируется на 4-х факторах успеха – продукт, цена, распространение и продвижение.

Такой маркетинг основывается на общих закономерностях, которые обобщают потребности и накопленный потребительский опыт существующих и потенциальных клиентов. Для владельца предприятия питания этот вид маркетинга представляет собой непрерывный процесс максимизации прибыли путем продвижения товара (продуктов питания) и продажи его целевой аудитории, которая нуждается в нем естественным образом.

На следующем этапе классификации выделим группу предприятий доготовочного типа. К ним относятся предприятия общественного питания, осуществляющие изготовление блюд из полуфабрикатов и кулинарных изделий, их реализацию и организацию потребления по месту приготовления.

Дальнейший анализ основан на выделении специфических свойств, в общем случае характерных для объекта исследования.

Указанные свойства вытекают из определения предприятия (объекта) общественного питания как имущественного комплекса, используемого юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем для оказания услуг общественного питания,

в т.ч. изготовления продукции общественного питания, создания условий для потребления и реализации продукции общественного питания и покупных товаров как на месте изготовления, так и вне его по заказам, а также для оказания разнообразных дополнительных услуг.

Одним из системообразующих понятий в приведенном определении является услуга, под которой понимаются виды деятельности, не создающие новый материально-вещественный продукт, но изменяющие его качество за счет каких-либо действий или получаемых выгод. С точки зрения объекта приложения услуги – это действия, направленные непосредственно на потребителя.

В общем случае услуги характеризуется неосвязаемостью, несохраняемостью, непостоянством качества и неотделимостью от источника.

1. Неосвязаемость услуги – свойство услуги, состоящее в том, что услугу невозможно увидеть, попробовать на вкус, услышать или понюхать до момента приобретения.

2. Несохранимость услуги – свойство услуги, состоящее в том, что услугу невозможно хранить.

3. Непостоянство качества услуги – свойство услуги, состоящее в том, что качество услуги колеблется в широких пределах в зависимости от ее поставщика, времени и места оказания.

4. Неотделимость услуги от источника – свойство услуги, состоящее в том, что услуга не может существовать отдельно от своего источника [1, 2].

С точки зрения маркетинга можно отметить еще одну особенность услуги, которая заключается в возможности приспособления ее к запросам конкретного клиента. Эта особенность услуги очень важна, так как выгодно отличает услугу от товара. Когда потребитель покупает товар, он имеет дело с готовым продуктом, который, за редким исключением, изменить нельзя.

Когда потребитель покупает услугу, то весь процесс ее производства еще впереди и можно на него повлиять таким образом, чтобы приспособить услугу к индивидуальным запросам клиента. Это важное преимущество услуги необходимо всегда использовать для получения конкурентного преимущества, учитывая при этом, что будущее маркетинга услуг не в массовости, а в индивидуализации.

Услуга – это форма общения между продавцом и покупателем в интересах последнего. Она не может быть одинаковой для каждого клиента каждый раз, когда ею воспользовались. При этом если товары относительно легко сравнивать и замещать один другим, то услуги отличаются друг от друга на более концептуальном уровне. Как правило, в этом случае на первый план выходят абстрактные понятия и весьма субъективные суждения.

В качестве примера можно привести ресторанный бизнес. Например, затраты посетителя ресторана могут существенно различаться в зависимости от многих факторов. Качество блюд и услуг в одном и том же городе может отличаться в разных resto-

ранах одинакового ценового уровня. Различные службы самого ресторана также могут отличаться по качеству предоставляемого сервиса. При этом отзывы посетителей данного ресторана могут быть диаметрально противоположными.

В связи с этим обычно при реализации методологии маркетинга услуг в классическую концепцию маркетинга 4Р добавляется еще 3 фактора: персонал, процесс и подтверждение (англ. People, Process, Physical evidence).

Различные виды услуг имеют свои особенности. Например, банковские услуги в общем случае делят на специфические и неспецифические.

Специфическими услугами является все те, что вытекают из специфики деятельности банка как особого предприятия. К ним относятся три вида: депозитные, кредитные, расчетные.

К неспецифическим банковским услугам можно отнести операции банков по управлению имуществом (доверительные операции); по выпуску, размещению и хранению ценных бумаг, а также по управлению ими; по платежному обороту: операции с валютой, инкассация векселей и чеков и др. [1, 2].

Услуги предприятий питания также характеризуются многообразием. Например, их можно разделить на простые и сложные, одно- и многокомпонентные, прямо связанные с деятельностью предприятия и косвенно и т.д.

При этом с известной долей условности можно считать, что, например, посетитель ресторана приобретает расширенный товар или товар с подкреплением: он приобретает пищевой продукт (блюдо) и услугу предприятия общественного питания (официант, музыкальная программа и пр.).

В качестве выводов по этой части работы можно утверждать, что у маркетинга услуг и маркетинга товаров наряду с общим, имеются существенные и принципиальные различия, которые влияют на маркетинговые стратегии, организацию производства, ценообразование, продвижение, брендинг или имидж, реализацию, стандартизацию или уникальность, право собственности, качество, внедряемые системы контроля, масштабируемость.

В подавляющем большинстве случаев совершенный продукт и безупречный сервис по-разному оцениваются людьми. Вместе с тем главная цель стратегии маркетинга остается одинаковой, и для товаров, и для услуг – это укрепление бизнеса и увеличение прибыли.

Проблемы оценки конкурентоспособности предприятий питания весьма многогранны и сложны [1, 3, 5].

Методология этой процедуры применительно к отрасли, предприятиям и отдельным товарам имеет свои особенности и по большей части хорошо проработана. При этом значительно меньше уделяется внимания исследованию конкурентоспособности предприятий общественного питания на основе ка-

чества их продукции и оказываемых услуг с точки зрения получения синергетического эффекта.

Синергетический эффект (от греч. synergys – вместе действующий) – возрастание эффективности деятельности в результате интеграции, слияния отдельных частей в единую систему за счет так называемого системного эффекта (эмерджентности).

Таким образом, синергия означает превышение совокупным результатом суммы слагающих его факторов. Эффекты синергии позволяют компании ускорить внедрение инвестиций, добиться увеличения объемов реализации выпускаемых продуктов, сокращения издержек и расходов на управление, экономии важнейших ресурсов.

В стратегическом менеджменте выделяют следующие источники достижения синергии (синергетического эффекта):

- 1) функциональная возможность – достижение эффекта за счет использования профессиональной компетенции функциональными службами организации;
- 2) стратегическая возможность – достижение положительного эффекта за счет комплиментарности конкурентных стратегий организации на всех уровнях;
- 3) управленческая возможность – достижение эффекта через компетенции менеджмента организации [6].

По аналогии с этим синергетический эффект от приобретаемого товара и получаемых услуг на предприятиях общественного питания может быть оценен с применением методологии системного подхода. При этом следует учитывать два существенных момента:

1. В модель конкурентоспособности предприятия питания следует включать две подсистемы – внутреннюю и внешнюю среду. При этом целевая

функция управления системы должна быть ориентирована на оценку их функционирования, а также синхронизацию развития (изменения) этих объектов.

2. При оценке конкурентоспособности предприятия общественного питания дотоготовочного типа необходимо в подсистеме внутренней среды учитывать два объекта – товар и услугу.

3. Методика оценки конкурентоспособности пищевых продуктов должна учитывать их индивидуальные особенности в разрезе конкретного предприятия. Например, для ресторана в качестве элемента подсистемы может быть принято то или иное фирменное блюдо.

Выводы

Обеспечение конкурентоспособности предприятий питания предполагает наличие показателей, характеризующих данное свойство хозяйствующего субъекта. В настоящее время очевидно, что разные типы предприятий общественного питания имеют свои особенности, которые следует учитывать в процессе оценки их конкурентоспособности.

С позиции системного подхода модель конкурентоспособности предприятия питания перспективно рассматривать как объект познания в виде двух подсистем: внутренней и внешней среды. Анализировать функционирование такой модели целесообразно на основе оценки работы каждой подсистемы, а также степени синхронизации их развития (изменения).

Оценка конкурентоспособности предприятия общественного питания дотоготовочного типа предполагает наличие в подсистеме внутренней среды кроме всего прочего, два объекта – товар и услугу.

Литература

- [1] Багиев Г. Л. Маркетинг: Учебник для вузов. 3-изд. / Г.Л. Багиев, В.М. Тарасевич, Х. Анн. Под общ. ред. Г. Л. Багиева. СПб.: Питер, 2014. 736 с.
- [2] Курочкин А. А. Маркетинг: 200 вопросов и ответов: учеб. пособие. / А.А. Курочкин, В.М. Зимняков, Г. В. Шабурова. Пенза: Копи-Рисо, 2009. 152 с.
- [3] Курочкин А.А. Оценка конкурентоспособности пастеризованного молока с учетом показателей, регламентирующих его качество // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 62-67.
- [4] Овсянников, В.Ю. Системный подход к анализу пищевых производств. Курс лекций по дисциплине «Теория технологического потока». <https://en.ppt-online.org/291015> (дата обращения: 06.11.2023). – Режим доступа: свободный.
- [5] Садыхов, Э.Ф. Управление конкурентоспособностью организаций общественного питания: автореф. дис.

References

- [1] Bagiev G. L. Marketing: a Textbook for universities. 3-ed. / G. L. Bagiev, V. M. Tarasevich, H. Ann. Under the General editorship of G. L. Bagiev. SPb.: Peter, 2014. 736 p.
- [2] Kurochkin, A. A. Marketing: 200 questions and answers: studies. benefit. / A. A. Kurochkin, V. M. Zimnyakov, G. V. Shaburova. Penza: Kopi-Riso, 2009. 152 p.
- [3] Kurochkin A.A. Assessment of competitiveness of pasteurized milk taking into account the indicators regulating its quality. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 62-67.
- [4] Ovsyannikov, V.Yu. A systematic approach to the analysis of food production. A course of lectures on the discipline «Theory of technological flow». <https://en.ppt-online.org/291015> (accessed: 06.11.2023). Access mode: free.

-к. э. н.: 08.00.05 / Садыхов Эльмар Физулиевич. М., 2013. 25 с.
- [6] Терлеева, М.А. Синергетические эффекты в вопросах качества /М.А. Терлеева //Литье и металлургия. 2016. № 3 (84). С. 54-57.

- [5] Sadykhov, E.F. Managing the competitiveness of public catering organizations: abstract. dis.Ph.D. in Economics: 08.00.05 / Sadykhov Elmar Fizulievich. M., 2013.— 25 p.
- [6] Terleeva, M.A. Synergetic effects in quality issues / M.A. Terleeva //Casting and metallurgy. 2016. No. 3 (84). pp. 54-57.

Сведения об авторах

Information about the authors

Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru	Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru
Юрьев Вячеслав Юрьевич аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Yuryev Vyacheslav Yurievich postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

AUTHOR GUIDELINES

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей

The procedure for consideration, approval and rejection of articles

В научно-теоретическом и практическом журнале «Инновационная техника и технология» публикуются статьи, обзорные статьи, доклады, сообщения, рецензии, краткие научные сообщения (письма в редакцию), информационные публикации.

Рукопись должна соответствовать требованиям к оформлению статьи. Рукописи, представленные с нарушением требований, редакцией не рассматриваются.

Рукописи, поступающие в журнал, должны иметь внешнюю рецензию специалистов соответствующих отраслей наук с ученой степенью доктора или кандидата наук.

Рукопись научной статьи, поступившая в редакцию журнала, рассматривается ответственным за выпуск на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению, проверяется оригинальность в системе «Антиплагиат», регистрируется.

Редакция организует рецензирование представленных рукописей. В журнале публикуются только рукописи, текст которых рекомендован рецензентами. Выбор рецензента осуществляется решением главного редактора или его заместителя. Для проведения рецензирования рукописей статей в качестве рецензентов могут привлекаться как члены редакционной коллегии журнала «Инновационная техника и технология», так и высококвалифицированные ученые и специалисты других организаций и предприятий, обладающие глубокими профессиональными знаниями и опытом работы по конкретному научному направлению, как правило, доктора наук, профессора.

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей для своих нужд. Рецензирование проводится конфиденциально. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

Если в рецензии на статью имеется указание на необходимость ее исправления, то статья направляется автору на доработку. В этом случае датой поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной статьи.

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке, она направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту, который сделал критические замечания.

Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания редакции.

При наличии отрицательных рецензий на рукопись от двух разных рецензентов или одной рецензии на ее доработанный вариант статья отклоняется от публикации без рассмотрения другими членами редколлегии.

Решение о возможности публикации после рецензирования принимается главным редактором, а при необходимости – редколлегией в целом.

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

Редакция журнала не хранит рукописи, не принятые к печати. Рукописи, принятые к публикации, не возвращаются. Рукописи, получившие отрицательный результат от рецензента, не публикуются и также не возвращаются автору.

Требования к оформлению статьи

Article requirements

Научно-теоретический и практический журнал «Инновационная техника и технология» предназначен для публикации статей, посвященных проблемам пищевой и смежных отраслей промышленности.

Статья должна отвечать профилю журнала, обладать научной новизной, публиковаться впервые.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть 5–10 страниц. Текст статьи должен быть напечатан на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с одной стороны листа в одну колонку.

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

1. Индекс УДК (универсальный десятичный классификатор) – на первой странице в левом верхнем углу.

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

3. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать основной результат исследований. Заголовки набирают полужирными прописными буквами, размер шрифта 12. В заглавии не допускается

употребление сокращений, кроме общепризнанных.

4. Аннотация (не более 800 печатных знаков). Отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований.

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

«**Введение**» – часть, в которой приводят краткий обзор материалов (публикаций), связанных с решаемой проблемой, и обоснование актуальности исследования. Ссылки на цитированную литературу даются по порядку номеров (с № 1) в квадратных скобках. При цитировании нескольких работ ссылки располагаются в хронологическом порядке. Необходимо четко сформулировать цель исследования.

«**Объекты и методы исследований**»:

- для описания экспериментальных работ – часть, которая содержит сведения об объекте исследования, последовательности операций при постановке эксперимента, использованных приборах и реактивах. При упоминании приборов и оборудования указывается название фирмы на языке оригинала и страны (в скобках). Если метод малоизвестен или значительно модифицирован, кроме ссылки на соответствующую публикацию, дают его краткое описание;

- для описания теоретических исследований – часть, в которой поставлены задачи, указываются сделанные допущения и приближения, приводится вывод и решение основных уравнений. Раздел не следует перегружать промежуточными выкладками и описанием общеизвестных методов (например, методов численного решения уравнений, если они не содержат элемента новизны, внесенного авторами);

«**Результаты и их обсуждение**» – часть, содержащая краткое описание полученных экспериментальных данных. Изложение результатов должно заключаться в выявлении обнаруженных закономерностей, а не в механическом пересказе содержания таблиц и графиков. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени. Обсуждение не должно повторять результаты исследования.

«**Выводы**» В конце раздела рекомендуется сформулировать основной вывод, содержащий ответ на вопрос, поставленный в разделе «Введение».

Текст статьи должен быть набран стандартным шрифтом Times New Roman, кегль 10, межстрочный интервал – одинарный, поля – 2 см. Текст набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул (использовать английский алфавит) Equation

(MathType) или в MS Word одним объектом, а не состоять из частей. Необходимо придерживаться стандартного стиля символов и индексов: английские – курсивом (Italic), русские и греческие – прямым шрифтом, с указанием строчных и прописных букв, верхних и нижних индексов. Химические формулы набираются 9-м кеглем, математические – 10-м. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.png, *.jpg или *.tiff. Подрисовочная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки.

Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph и **вставлять картинкой**. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Таблицы, графики и диаграммы не должны превышать по ширине 8 см. Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

7. Список литературы. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте. В тексте статьи дается порядковый номер источника из списка цитируемой литературы в квадратных скобках. Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82–2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

Не рекомендуется использовать более трех интернет-источников, а также литературу, с момента издания которой прошло более 10 лет.

В список литературы не включаются неопубликованные работы, учебники, учебные пособия и тезисы материалов конференций.

8. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс, тел., e-mail (организации).

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

а) заглавие статьи; б) инициалы и фамилии авторов; в) текст аннотации; г) ключевые слова (key words); д) название учреждения (с указанием почтового адреса, тел., e-mail).

В случае несоответствия оформления статьи предъявляемым требованиям статья не публикуется. Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

1) электронная версия статьи в программе MS Word 2007–2013. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов;

2) **приложить графики и рисунки в формате графических файлов *.png, *.jpg или *.tiff; таблицы в формате excel.**

3) сведения об авторах (на русском и английском языках): фамилия, имя, отчество каждого соавтора, место и адрес работы с указанием должности, структурного подразделения, ученой степени, звания; контактный телефон, домашний адрес, электронная почта, дата рождения. Звездоч-

кой указывается автор, с которым вести переписку. Файл следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП_Анкета.doc;

5) рецензия на статью, оформленная согласно образцу, от внешнего рецензента. Подпись внешнего рецензента заверяется соответствующей кадровой структурой.

ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В БАЗУ ДАННЫХ AGRIS СТАТЬЯ ДОЛЖНА СОДЕРЖАТЬ СЛЕДУЮЩУЮ ИНФОРМАЦИЮ:

1. Сведения об авторах: (ФИО всех авторов на русс. и англ яз, полное название организации – место работы авторов, адрес эл. почты, должность, ученая степень).

2. Название статьи (на русском и английском языках);

3. Реферат (на русском и английском языках) 200- 250 слов;

Не следует начинать реферат с повторения названия статьи! Необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (с приведением количественных данных), четко сформулировать выводы. Не допускаются разбивка на абзацы и использование вводных слов и оборотов! Необходимо представлять сведения об объектах исследования. Следить, чтобы в тексте не было повторов и вводных оборотов типа «На основании проведенных исследований можно сказать» (вполне достаточно «установлено» или «сделан вывод»). Все числительные – цифрами.

4. Ключевые слова (на русском и английском языках);

Термины Agrovoc это ключевые слова к Вашей статье, используемые в системе цитирования Agris. Они вводятся на английском языке, и чаще всего совпадают с ключевыми словами Вашей статьи. Для проверки соответствия ключевого слова термину Agrovoc, введите его в поисковой строке сайта Agrovoc. Если термин найден, добавьте его в соответствующее поле формы отправки статьи, если же ключевое слово отсутствует среди терминов Agrovoc, то попробуйте подобрать максимально близкий по смыслу синоним. При отправке статьи используйте минимум 2 и максимум 15 терминов Agrovoc.

Список поиска терминов Agrovoc: <http://aims.fao.org/skosmos/agrovoc/en/search?clang=ru>

5. Список литературы должен быть представлен на русском языке и на латинице (транслитерация). В списке литературы не должно быть ссылок на одного и того же автора, минимум ссылок на правовые и нормативные документы, наличие ссылок на иностранные публикации. Не допускается машинный перевод текста на английский язык.

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Для того, чтобы попасть в зарубежные аналитические базы данных Scopus и Web of Science необходимо оформлять статьи (в том числе в электронных научных журналах) в соответствии с требованиями зарубежных баз данных.

Этапы преобразования ссылки

1) На сайте <http://www.translit.ru> (в раскрывающемся списке «варианты» выбрать вариант, например: системы Госдепартамента США - BSI). Вставляем текст ссылки на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит». Название научного журнала в транслитерированном списке литературы должно совпадать с транслитерированным названием журнала, которое зарегистрировано при его включении в международные базы данных.

2) Англоязычные версии названий многих публикаций, журналов, книг и т.д. можно найти на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru/>).

3) Переводим с помощью онлайн-переводчика все описание источника (название книги, статьи и т.д., кроме авторов) на английский язык, перевод редактируем и переносим в формируемый список (за транслитерированным названием).

4) Объединяем описания в транслите и переводное, оформляя в соответствии с принятыми правилами. Нужно раскрыть место издания (например, Moscow), а также исправить обозначение страниц на английский язык (например, вместо 124 s. – 124 p., S. 12-15 – pp. 12-15) и номера («№» на «No.»). Курсивом выделяем название источника (при описании статьи) или название книги (монографии, сборника). Убираем знаки предписанной пунктуации (ГОСТ 7.1-2003) между областями описания, заменяем их на запятые, авторов (всех) ставим перед заглавием.

Порядок преобразования ссылки

Переводим ссылку в транслит и убираем знаки предписанной пунктуации (ГОСТ 7.1-2003) между областями описания (// и -), заменяем их на запятые, авторов (всех) ставим перед заглавием:

Baitin M. I., Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva, Pravo i politika, 2004, № 1, S. 19-30.

После транслитерированного заглавия статьи вставляем в квадратные скобки перевод заглавия на английский язык и выделяем название журнала (книги, монографии) курсивом:

Baitin M. I., Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva [*Sector of law and sector of legislation*], **Pravo i politika**, 2004, № 1, S. 19-30.

Меняем «№» на «No.» и страницы - «S.» на «pp.». Обязательно должны быть указаны первый и последний номера страниц статьи:

Baitin M. I., Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva (Sector of law and sector of legislation), **Pravo i politika**, 2004, **No. 1, pp. 9-30.**

Примеры оформления списка литературы в латинице

Описание статьи из журнала:

Osintsev A.M., Braginskii V.I., Ostroumov L.A., Gromov E.S. Ispol'zovanie metodov dinamicheskoi reologii dlya issledovaniya protsessa koagulyatsii moloka [Application of dynamic rheology in studying milk coagulation process]. *Agricultural Commodities Storage and Processing*, 2002, no. 9, pp. 46–49.

Описание статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

Описание статьи с DOI:

Korotkaya E.V., Korotkiy I.A. Effect of freezing on the biochemical and enzymatic activity of *Lactobacillus bulgaricus*. *Food and Raw Materials*, 2013, vol. 1, no. 2, pp. 9-14. doi:10.12737/2046

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Eksperimental'noe issledovanie prochnosti soedinenii «stal'-kompozit» [Experimental study of the strength of joints «steel-composite»]. *Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem»* [Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”], 2006, no. 593, pp. 125-130.

Описание книги (монографии, сборники):

Berezov T.V., Korovin B.F. *Bioorganicheskaya khimiya* [Bioorganic Chemistry]. Moscow, Meditsina, 1990. 221 p.

Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR [From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Описание Интернет-ресурса:

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

Описание диссертации или автореферата диссертации:

Semenov V.I. *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor*. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p.

Описание ГОСТа:

GOST 8.586.5–2005. Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda i kolichestva zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroystv [State Standard 8.586.5 –2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

Описание патента:

Palkin M.V., Kulakov A.V. Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 10

№ 3

2023

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Сдано в производство 25.10.2023. Формат 60X84/8

Бумага типогр. №1. Печать ризография. Шрифт Times New Roman.

Усл. печ. л. 7,56. Тираж 50 экз.