

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



ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

Том 11

№ 2

2024

Научно-теоретический и практический журнал

ISSN 2414-9845 (Online)

ISSN 2410-0242 (Print)

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 11, № 2, 2024

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., 2024

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Volume 11, Issue 2, 2024

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., 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Производство функциональных продуктов питания <i>Зимняков В.М., Фролов Д.И.</i>	5
---	---

Перспективы обогащения рубленых рыбных полуфабрикатов растительным сырьем <i>Назарова Е.И., Гарькина П. К.</i>	11
--	----

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

К вопросу термовакuumного экструдирования многокомпонентного сырья растительного происхождения <i>Курочкин А.А., Новикова О.А., Юрьев В.Ю.</i>	15
--	----

Исследование процессов осаждения продуктов горения щепы и ароматических смесей на мясных продуктах под воздействием электростатического поля <i>Пияйко П.И., Блинохватов А.А.</i>	21
---	----

Исследование факторов конвективной сушки птичьего помета <i>Потапов М.А., Фролов Д.И.</i>	26
---	----

Перспективы применения птичьего помета в виде органического удобрения в сельском хозяйстве <i>Потапов М.А., Фролов Д.И.</i>	34
---	----

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Особенности производства халяльной продукции <i>Зимняков В.М., Шабает Р.Р.</i>	39
--	----

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей	45
Требования к оформлению статьи	45

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

Production of functional food products

Zimnyakov V.M., Frolov D.I. 5

Prospects for the enrichment of chopped fish semi-finished products with vegetable raw materials

Nazarova E.I., Garkina P.K. 11

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

On the issue of thermal vacuum extrusion multicomponent raw materials of plant origin

Kurochkin A.A., Novikova O.A., Yuryev V.Yu. 15

Investigation of the processes of deposition of combustion products of wood chips and aromatic mixtures on meat products under the influence of electrostatic field

Piyaiko P.I., Blinokhvatov A.A. 21

Investigation of factors of convective drying of poultry manure

Potapov M.A., Frolov D.I. 26

Prospects for the use of poultry manure as an organic fertilizer in agriculture

Potapov M.A., Frolov D.I. 34

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

Features of production of halal products

Zimnyakov V.M., Shabaev R.R. 39

AUTHOR GUIDELINES

The procedure for consideration, approval and rejection of articles 45

Article requirements 45

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 339.1

Производство функциональных продуктов питания

Зимняков В.М., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье отмечено значение функциональных продуктов в питании человека. Раскрыты потребительские свойства функциональных продуктов: пищевая ценность, вкусовые качества и физиологическое воздействие. Представлены принципы обогащения функциональных продуктов, которые позволяют выявлять дополнительные возможности роста потребительских качеств и оздоровительного воздействия функциональных продуктов. Охарактеризован рынок здорового питания, который состоит из трех сегментов: органические продукты, диетические и диабетические продукты и функциональные продукты. Наибольший объем продаж приходится на органические продукты – 43% в стоимостном выражении. Наименьший объем у диетических продуктов – 26%. Доля функциональных продуктов составляет 31%. Изменения на рынке функционального питания: в первую очередь усложнились логистические цепочки, множество компонентов американского и европейского производства стали недоступны, выросла цена на продукты традиционного питания в ритейле, что сделало функциональное питание как никогда актуальным. Отмечены основные виды функциональных ингредиентов, придающих продуктам позитивного питания функциональные свойства. Дан прогноз на развитие рынка ближайшие годы рынка функциональных продуктов на ближайшие годы.

Ключевые слова: функциональные продукты, здоровье, питание, обогащение, ингредиенты, рынок, население.

Для цитирования: Зимняков В.М., Фролов Д.И. Производство функциональных продуктов питания // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 2. С. 5–10.

Production of functional food products

Zimnyakov V.M., Frolov D.I.

Abstract. The article notes the importance of functional foods in human nutrition. The consumer properties of functional products are disclosed: nutritional value, taste qualities and physiological effects. The principles of enrichment of functional products are presented, which make it possible to identify additional opportunities for the growth of consumer qualities and the health effects of functional products. The health food market is characterized, which consists of three segments: organic products, dietary and diabetic products and functional products. The largest volume of sales is accounted for by organic products – 43% in value terms. The lowest volume of dietary products is 26%. The share of functional products is 31%. Changes in the functional nutrition market: first of all, logistics chains have become more complicated, many components of American and European production have become unavailable, the price of traditional food products in retail has increased, which has made functional nutrition more relevant than ever. The main types of functional ingredients that give positive nutrition products functional properties are noted. The forecast for the development of the market in the coming years of the functional products market for the coming years is given.

Keywords: functional products, health, nutrition, enrichment, ingredients, market, population.

For citation: Zimnyakov V.M., Frolov D.I. Production of functional food products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 2. pp. 5–10. (In Russ.).

Введение

Стремление к здоровому образу жизни набирает силу. Население высокоразвитых индустриальных стран особенно открыто ко всему, что делает людей здоровыми. На этой волне пищевая индустрия переориентируется на производство продуктов питания с новыми качествами, улучшающими здоровье. Название нового пути: функциональное питание. Функциональное питание включает в себя продукты, свойства которых изменены при добавлении в них некоторых полезных пищевых ингредиентов. В результате такие продукты начинают приносить пользу и служат не только для удовлетворения потребностей человека в белках, жирах, углеводах, микро- и макроэлементах, но и повышают иммунитет [9].

Состояние здоровья населения зависит от очень многих факторов: социальных, экономических, экологических и т. д., но на первом месте стоит образ жизни человека. А в образе жизни существенную роль играет питание. Если раньше труд человека большей частью был энергетическим (физическим) и для покрытия энергозатрат человек употреблял большой объем пищи, в котором, как правило, содержалось достаточное количество макро- и микроэлементов, витаминов и др., то в настоящее время при механизированном и умственном труде человек использует в питании меньшее количество пищи и, соответственно, меньшее недостаточное количество необходимых пищевых веществ, микронутриентов. Отечественный опыт свидетельствует, что, по-видимому, наиболее рациональным способом решения проблемы дефицита питания (или частичного голодания) является выпуск функциональных продуктов, обогащенных необходимыми ингредиентами [7].

Цель исследования – провести анализ производства функциональных продуктов 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 функциональных продуктов в России. Реализация цели исследования была достигнута посредством оценки состояния производства функциональных продуктов, 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 функциональных продуктов в России.

Результаты и их обсуждение

Функциональные пищевые продукты в современных условиях необходимы. Общая проблема цивилизованных стран – недостаточное поступление с пищей микронутриентов – веществ, входящих в состав кофакторов ферментов, гормонов, клеточных мембран и т. д., регулирующих защитные метаболические процессы. Это витамины, микро- и макроэлементы (железо, селен, медь, цинк, кобальт, йод и др.) и полиненасыщенные жирные кислоты. В условиях нервно-эмоционального напряжения, воздействия неблагоприятных факторов производства и ухудшающихся условий внешней среды особенно важным становится вопрос предупреждения микронутриентной недостаточности, опасной тем, что длительное время не проявляется клинически. Это так называемый «скрытый голод». Длительный и глубокий дефицит микронутриентов ведет к тяжелым заболеваниям и может даже стать причиной смерти. Функциональные продукты могут оказывать свое действие только на фоне разнообразного здорового питания [8].

Функциональные продукты обладают определенными потребительскими свойствами (рис.1).

Потребительские свойства функциональных продуктов включают три составляющие:

- пищевую ценность,
- вкусовые качества,
- физиологическое воздействие.

Традиционные продукты, в отличие от функциональных, характеризуются только первыми двумя составляющими. По сравнению с обычными повседневными продуктами, функциональные должны быть полезными для здоровья, безопасными

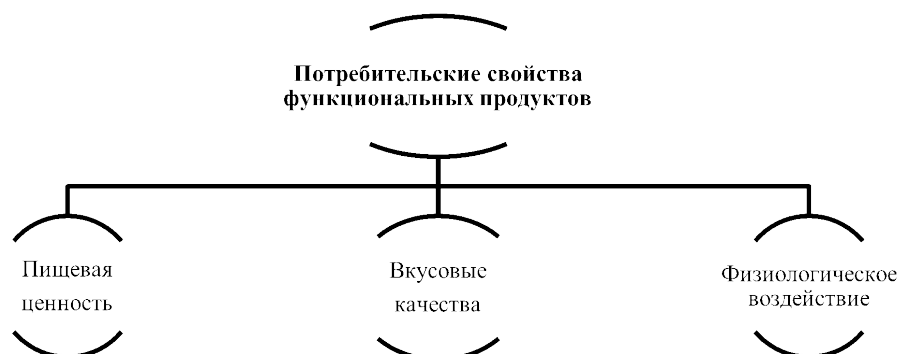


Рис. 1. Потребительские свойства функциональных продуктов

ми с позиций сбалансированного питания и питательной ценности продуктов. Важно отметить, что эти требования относятся к продукту в целом, а не только к отдельным его ингредиентам. Помимо потребительских свойств функциональные продукты обладают свойствами физиологического воздействия, основными видами которого признаны: положительное воздействие на метаболизм различных субстратов (сохранение энергетического баланса, поддержание массы тела, уровень глюкозы, инсулина); защита против соединений, обладающих оксидантной активностью; положительное воздействие на сердечно - сосудистую систему; физиологию желудочно - кишечного тракта; состояние кишечной микрофлоры; состояние иммунной системы.

Проблема полноценной пищи всегда является одной из важнейших решений. Поэтому растет актуальность разработки и внедрения в производство функциональных пищевых продуктов, особенно в условиях сложной экологической и социально-экономической ситуации, что отрицательно, в свою очередь, влияет на качество питания [2].

Реализация предприятиями молочной отрасли государственной политики в области здорового питания в части продуктов, обогащенных функциональными компонентами, требует научного сопровождения. Методологический анализ технологий обогащения призван содействовать выявлению резервов биологической эффективности обогащенных продуктов, оптимизации их дозировок и стадий внесения для достижения искомого функционального воздействия. На основе этого разработаны принципы обогащения функциональных продуктов (рис. 2).

Анализируя технологию обогащения функциональных продуктов можно сформулировать следующие закономерности. Во-первых, с позиции принципа фокусированного действия важно выбрать из множества возможных такой вариант обогащения, который в наибольшей степени фокусирует взаимодействие компонентов в направлении повышения биологической и пищевой ценности продуктов, их витаминизации, улучшения структуры/консистенции, органолептических показателей и пр. Во-вторых, избранному варианту должно быть присуще качество комплексной взаимодополняемости компонентов. Обогащая молочные продукты, мы создаем систему из разнородных компонентов,

взаимодействию которых следует, по возможности, придать положительную синергию. В-третьих, с позиции принципа поэтапности выбор последовательности стадий внесения обогащающих компонентов должен содействовать их функциональной сочетаемости и сохранности биологически активных веществ в создаваемом продукте. В-четвертых, при выборе варианта обогащения продуктов важным ориентиром является принцип многофункциональности, указывающий на такие резервы потребительской ценности как расширение диапазона полезных свойств, улучшение вкусовых качеств продуктов. Системные закономерности данных технологий позволяют выявлять дополнительные возможности роста потребительских качеств и оздоровительного воздействия функциональных продуктов [1].

Рынок здорового питания можно разделить на три крупных сегмента:

- органические продукты: продукты питания, выращенные только на натуральных удобрениях, в экологически чистой местности, изготовленные без использования искусственных и вредных для здоровья ингредиентов (овощи, фрукты, мясо и рыба, молочные продукты, крупы, соки и другие изделия);
- функциональные продукты: продукты питания, обогащенные витаминами и полезными добавками, позволяющие улучшить здоровье человека (кисломолочные продукты, хлебобулочные изделия, напитки и другие продукты питания);
- диетические и диабетические продукты: продукты питания, разработанные с учетом необходимости придерживаться определенной диеты по медицинским показаниям и индивидуальным мотивам (безуглеводные продукты, продукты с низким содержанием сахара, обезжиренные продукты, безглютеновые продукты и другие подобные категории) (рис. 3).

Все сегменты рынка здорового питания имеют примерно равные доли, однако наибольший объем продаж приходится на органические продукты – 43% в стоимостном выражении. Наименьший объем у диетических продуктов – 26%. Доля функциональных продуктов составляет 31%. Что касается структуры потребления функциональных продуктов, то, согласно прогнозам экспертов, в России будет наблюдаться тенденция роста доли каш и хло-



Рис. 2. Принципы обогащения функциональных продуктов



Рис. 3. Рынок здорового питания



Рис. 4. Изменения на рынке функционального питания

пьев в общем объеме потребления функциональной пищевой продукции, а также незначительное снижение доли молочной продукции, что может быть связано с уменьшением роста потребления молочных функциональных продуктов в связи с относительной насыщенностью данного сегмента рынка [4].

COVID-19 оказал благотворное влияние на рынок и повысил интерес потребителей к здоровому

питанию, при этом значительно увеличилось число людей, ожидающих, что их пища будет иметь функциональные преимущества: способствовать повышению иммунитета, улучшать естественную резистентность, восполнять нехватку необходимых макро- и микронутриентов. Функциональные продукты, как правило, имеют дополненную ценность, благодаря антиоксидантным и антистресс-компонентам. Помимо пандемии на рынок функционального питания в России оказало влияние и начало СВО.

С точки зрения бизнес-процессов произошли следующие изменения (рис. 4).

Изменения на рынке функционального питания:

- в первую очередь усложнились логистические цепочки;
- множество компонентов американского и европейского производства стали недоступны;
- выросла цена на продукты традиционного питания в ритейле, что сделало функциональное питание как никогда актуальным.

Функциональные продукты - это особая группа пищевых продуктов, которая должна отвечать определенным требованиям, в частности, содержать от 10 до 50 % от суточной нормы потребления физиологически функциональных ингредиентов. Научное обоснование и подбор основного сырья и функциональных ингредиентов имеют первостепенное значение при разработке функциональных продуктов. [3]. Выделяют несколько основных видов функциональных ингредиентов, придающих продуктам позитивного питания функциональные свойства (рис.5): пищевые волокна (растворимые и

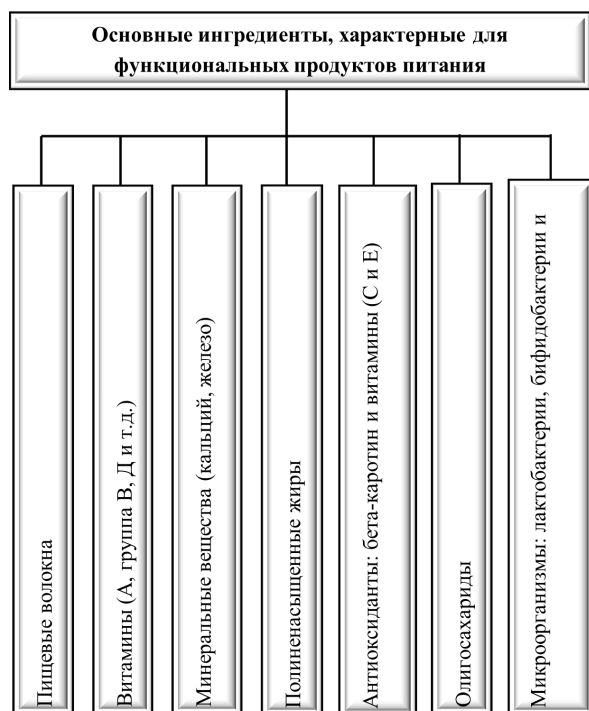


Рис. 5. Основные ингредиенты, характерные для функциональных продуктов питания

нерастворимые); витамины (А, группа В, D и т.д.); минеральные вещества (такие, как кальций, железо); полиненасыщенные жиры (растительные масла, рыбий жир, омега-3-жирные кислоты); антиоксиданты: бета-каротин и витамины (аскорбиновая кислота – витамин С и альфа-токоферол – витамин Е); олигосахариды (как субстрат для полезных бактерий); группа, включающая микроэлементы, лактобактерии, бифидобактерии, пребиотики, пробиотики, симбиотики и другие [5]. (рис.5).

Анализ международных и российских тенденций в области здорового питания в целом и функционального питания в частности позволяет сделать вывод о том, что в ближайшие годы рынок функциональных продуктов питания может занять позицию одного из перспективных и конкурентоспособных на мировом пространстве. Ключевыми факторами развития рынка функционального питания являются стремление населения к заботе о здоровье и поддержанию иммунной системы. Проведенный анализ мирового рынка функционального питания позволяет сделать вывод о том, что спрос на функциональные продукты будет неуклонно расти благодаря увеличению числа потребителей, заботящихся о своем здоровье, и к 2027 г. составит более 17 трлн. руб. [6].

Литература

- [1] Винограй Э.Г., Захарова, Л.М., Плосконосова Е.А. Системные и экономические аспекты разработки технологии кисломолочного продукта функционального назначения // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 2 (45). С. 20-27.
- [2] Джум Т.А., Ксёиз М.В., Заднепровская Е.Л. Экономические и организационные аспекты разработки и выведения на рынок функциональных пищевых продуктов питания // Экономика устойчивого развития. 2018. № 4 (36). С. 154-157. EDN: YUJXLF.
- [3] Евдокимова О.В., Лаврушина Е.В. Концепция формирования инновационной деятельности при производстве функциональных продуктов питания // Пищевая промышленность. 2009. №3. с. 50-51.
- [4] Лыгина Н.И. Рудакова О.В., Соболева Ю.П. Экономические факторы развития рынка функциональных пищевых продуктов // Социально-экономические явления и процессы. 2014. №9(11). С. 115-121.
- [5] Микрюкова Н. В. Основные аспекты получения функциональных продуктов питания // Молодой ученый. 2012. № 12 (47). С. 90-92. – URL: <https://moluch.ru/archive/47/5778/> (дата обращения: 09.01.2024).
- [6] Молибога Е.А. Анализ рынка функционального питания: российский и международный аспект // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 4. С. 775–786. <https://doi.org/10.21603/2074->

Выводы

1. Отечественный и мировой опыт свидетельствует о том, что наиболее целесообразным и эффективным с социальной, технологической, экономической и гигиенической точек зрения способом решения проблемы нехватки необходимых веществ в организме человека является производство функциональных продуктов питания.

2. Развитие производства функциональных продуктов окажет положительное влияние на экономический рост России, будет способствовать улучшению качества питания россиян, развитию пищевой и перерабатывающей промышленности страны.

3. Ключевыми факторами развития рынка функционального питания являются стремление населения к заботе о здоровье и поддержанию иммунной системы. Проведенный анализ мирового рынка функционального питания позволяет сделать вывод о том, что спрос на функциональные продукты будет неуклонно расти благодаря увеличению числа потребителей, заботящихся о своем здоровье, и к 2027 г. составит более 17 трлн. руб.

References

- [1] Vinograi E.G., Zakharova, L.M., Ploskonosova E.A. Systemic and economic aspects of the development of technology for a functional dairy product. Equipment and technology of food production. – 2017. – № 2 (45). – Pp. 20-27.
- [2] Djum T.A., Ksenz M.V., Zadneprovskaya E.L. Economic and organizational aspects of the development and marketing of functional food products. The economics of sustainable development. 2018. No. 4 (36). pp. 154-157.
- [3] Evdokimova O.V. The concept of formation of innovative activity in the production of functional food products [Text] / O.V. Evdokimova, E.V. Lavrushina // Food industry. - 2009. – No. 3. – pp. 50-51.
- [4] Lygina, N.I. Rudakova O.V., Soboleva Yu.P. Economic factors of the development of the functional food market Socio-economic phenomena and processes. – 2014. – №9(11). – Pp. 115-121.
- [5] Mikryukova N. V. The main aspects of obtaining functional food products. – Text: direct // Young scientist. – 2012. – № 12 (47). – Pp. 90-92. – URL: <https://moluch.ru/archive/47/5778/> / (date of access: 09.01.2024).
- [6] Moliboga E.A. Functional nutrition market analysis: Russian and international aspects. Technique and technology of food production. 2022. Vol. 52. No. 4. pp. 775-786. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2405> . (date of application: 01/19/2024).
- [7] Pavlova G.V., Botnikova E.A., Byvaltseva V.A. Functional products in human nutrition: prospects and

- 9414-2022-4-2405. EDN: DSBTLC. (дата обращения: 19.01.2024).
- [7] Павлова Г. В., Ботникова Е. А., Бывальцева В. А. Функциональные продукты в питании человека: перспективы и рекомендации по использованию // Концепт. – 2016. – №. 10. – С. 167-173. URL: <http://e-koncept.ru/2016/16227.htm>. EDN: WXDPCST.
- [8] Рябова В.Ф., Малова Е.Н., Курочкина Т.И., Ходакова Е.Е. Физиологические эффекты и роль функциональных продуктов питания // Молодой ученый. 2015. № 6 (86). С. 204-207. – URL: <https://moluch.ru/archive/86/16320/> EDN: TNBZMJ. (дата обращения: 19.01.2024).
- [9] Степычева Н.В. Разработка функциональных продуктов питания. Ч.1. Научные основы создания продуктов функционального питания: учеб. пособие / Н.В. Степычева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2012. – 81с.
- recommendations for use // Concept. – 2016. – No. 10. – pp. 167-173. URL: <http://e-koncept.ru/2016/16227.htm>.
- [8] Ryabova V.F., Malova E.N., Kurochkina T.I., Khodakova E.E. Physiological effects and the role of functional foods. – Text: direct // Young scientist. – 2015. – № 6 (86). – Pp. 204-207. – URL: <https://moluch.ru/archive/86/16320/> / (date of access: 01/19/2024).
- [9] Stepycheva N.V. Development of functional food products. Part 1. Scientific foundations of the creation of functional food products: textbook. manual / N.V. Stepycheva; Ivan. state chemical-technol. un-T. – Ivanovo, 2012. – 81.

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
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

Перспективы обогащения рубленых рыбных полуфабрикатов растительным сырьем

Назарова Е.И., Гарькина П. К.

Аннотация. Функциональные продукты питания становятся все более актуальными в наше время. В связи с тем, что в городах неблагоприятная экология, стрессы, с пищей поступает малое количество питательных веществ, потребителям нужны функциональные продукты питания. Рассмотрены практические аспекты применения растительного сырья в технологиях рубленых изделий из рыбы.

Ключевые слова: рыбные котлеты, пищевая ценность, функциональный продукт, растительное сырье.

Для цитирования: Назарова Е.И., Гарькина П. К. Перспективы обогащения рубленых рыбных полуфабрикатов растительным сырьем // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 2. С. 11–14.

Prospects for the enrichment of chopped fish semi-finished products with vegetable raw materials

Nazarova E.I., Garkina P.K.

Abstract. Functional food products are becoming more and more relevant nowadays. Due to the fact that cities have poor ecology, stress, and low amounts of nutrients are supplied with food, consumers need functional food products. The practical aspects of the use of vegetable raw materials in the technologies of chopped fish products are considered.

Keywords: fish cutlets, nutritional value, functional product, vegetable raw materials.

For citation: Nazarova E.I., Garkina P.K. Prospects for the enrichment of chopped fish semi-finished products with vegetable raw materials. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 2. pp. 11–14. (In Russ.).

Введение

В последние годы все больше производителей стараются улучшить питательную ценность своих продуктов, добавляя в них полезные вещества, такие как омега-3 жирные кислоты, витамины, минералы и антиоксиданты. Это делает рыбные полуфабрикаты более жизнеспособными и привлекательными для потребителей, которые ищут продукты, способствующие здоровому образу жизни.

Целью исследований является изучение технологий рыбных котлет с применением растительного сырья.

Объекты и методы исследований

При проведении исследований применяли общепринятые методы сбора, сравнительного анализа и систематизации научной информации.

Результаты и их обсуждение

Рыбные полуфабрикаты с инновационными технологиями приготовления. В последние годы наблюдается повышенный интерес к новым технологиям приготовления пищи. Некоторые производители используют инновационные методы, такие как вакуумные технологии, низкотемпературные процессы и гидроколлоидные добавки, для приготовления рыбных полуфабрикатов. Это позволяет сохранить вкус и питательные свойства продукта, а также улучшить его текстуру и консистенцию.

Васюкова А. Т., Кривошонок К. В., Алешкина С. В., Шарова Т. Н. провели исследование о функциональных свойствах рыбных кулинарных изделий, разработанных на основе свежемороженой рыбы минтая с добавками порошков растительного происхождения: муки из топинамбура, базилика, томата, паприки, укропа, а в качестве растительно-

го и животного сырья использовали лук репчатый, морковь и яйцо куриное.

Были исследованы комплексные технологические операции производства рыбных полуфабрикатов, направленные на оптимизацию влагоудерживающих свойств, рН среды и плотность котлетной массы.

Анализ результатов показал, что тепловая обработка приводит к повышению рН среды в нейтральную сторону. При этом снижается соответственно влагоудерживающая способность готового продукта.

Функциональный состав полуфабриката будет благотворительно влиять на состояние здоровья населения, так как обогащен витаминами, биологически активными и минеральными веществами [1].

В Воронежской государственной технологической академии были проведены исследования создания биологически полноценных и функциональных продуктов питания путем комбинирования овощных добавок и рыбного сырья.

Анализ общего химического состава исследуемых образцов выявил высокое (18–21,2%) содержания белка в мышечной ткани рыбы, что позволяет рассматривать ее как высокоценное сырье, способное конкурировать с мясным. Введение овощных добавок и их смесей дает возможность улучшить пищевые качества рыбопродуктов, повысить их пищевую и кулинарную ценность, а также снизить влияние сезонности в потреблении овощей [2].

В Воронежском государственном университете инженерных технологий была проведена разработка рыбных рубленых полуфабрикатов сбалансированного жирнокислотного состава.

Физиологическая потребность взрослых в жирных кислотах ω -6 составляет 8–10 г/сутки, в ω -3–0,8–1,6 г/сутки. Оптимальное соотношение в суточном рационе жирных кислот ω -6 к ω -3 должно составлять 5–10:1.

Проанализировав химический состав некоторых источников ПНЖК растительного происхождения, установили, что наибольший интерес представляют ядра грецкого ореха, т. к. в них соотношение 0-6 и 0-3 кислот наиболее оптимальное (4,7:1), а по количеству ПНЖК достаточно 20 г этого продукта для удовлетворения в них суточной потребности.

Рекомендуемое введение растительных комплексов из ядер грецких орехов составляет 3–6 г на порцию, семян подсолнечника – 4–6 г. Более высокое содержание растительных добавок в рецептуре котлет (образцы № 3–5) приводило к снижению органолептических показателей [3].

Литература

- [1] Васюкова А. Т. и др. Функциональные рыбные изделия с топинамбуром //Вестник Воронежского

В работе Габдукаевой Л. З., Решетник О. А. рассмотрены возможности использования творога в качестве заменителя части рыбного сырья минтая, пророщенных ядер гречихи и чечевичной муки [4].

В результате моделирования рецептур фаршированных рыбных продуктов Зюзиной О. Н. получены оптимальные рецептурные композиции котлет на основе рыбного сырья, в частности толстолобика, радужной форели, растительное сырье: плоды облепихи [5].

Шаззо Р. И., Зайко Г. М., Кургузова К. С. изобрели продукт, обладающий высокой пищевой и физиологической ценностью, содержащий измельченную столовую свекольную ботву, морковь и соль, а в качестве основного сырья была использована горбуша [6].

Сахарова О. В., Дементьева Н. В., Федосеева Е. В. разработали рыборастворительные котлеты, которые моделировали с использованием фаршевой композиции, состоящей из минтая, соленой сельди с механическими повреждениями, корнеплодов (свекла и морковь) и морских водорослей (ламинария японская) [7].

Иванова Г. В., Никулина Е. О., Колман О. Я. разработали рецептуру рыборастворительных котлет (судак, треска, кета) повышенной пищевой ценности, отличающиеся тем, что в качестве растительного компонента использовали вареное картофельное пюре, клюквенные и брусничные выжимки. Содержание витаминов, макро- и микроэлементов в выжимках позволяет улучшить витаминно-минеральный состав рыборастворительных котлет [8].

Кутина О. И., Могильный М. П., Шленская Т. В. спроектировали инновационную рецептуру. Разработанный продукт включает фарш из трех видов рыб, овсяную крупу, сушеные грибы шиитакэ, сушеные ламинарии, сушеный топинамбур. Продукт предназначен для профилактического и лечебного питания людей с целью нормализации иммунного статуса, обмена веществ и для профилактики онкологических заболеваний, после химиотерапии [9].

Выводы

На основании проведенного анализа научной информации можно сделать вывод о возможности и целесообразности применения растительного сырья в технологиях котлет из рыбы с целью их обогащения функциональными ингредиентами, что позволит повысить качество, способствовать укреплению здоровья населения Российской Федерации.

References

- [1] Vasyukova A. T. et al. Functional fish products with jerusalem artichoke //Bulletin of the Voronezh State

- государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84. – №. 2 (92). – С. 62-70.
- [2] Антипова Л. В., Толпыгина И. Н., Батищев В. В. Функциональные продукты на основе рыбного фарша и овощей //Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2003. – №. 1. – С. 32-34.
- [3] Попова Н. Н., Столбовских Л. И. Разработка рыбных рубленых полуфабрикатов сбалансированного жирнокислотного состава //Сервис в России и за рубежом. – 2013. – №. 5. – С. 30-37.
- [4] Габдукаева Л. З., Решетник О. А. Разработка технологии рыбных полуфабрикатов для питания детей //Индустрия питания/Food Industry. – 2019. – Т. 4. – №. 1. – С. 7-13.
- [5] Зюзина О. Н. Состояние здоровья детей России и перспективы изменения ситуации при использовании рыбных продуктов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – №. 66. – С. 95-107.
- [6] Патент № 2539919 C1 Российская Федерация, МПК A23L 1/212. пищевой функциональный продукт : № 2013139941/13 : заявл. 27.08.2013 : опубл. 27.01.2015 / Р. И. Шаззо, Г. М. Зайко, К. С. Кургузова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции) (ФГБНУ КНИИХП)
- [7] Сахарова О. В., Дементьева Н. В., Федосеева Е. В. Исследование влияния пищевых волокон на относительную биологическую ценность рыборастворительных котлет //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – №. 9 (150). – С. 127-133.
- [8] Патент № 2357486 C2 Российская Федерация, МПК A23L 1/325. рыборастворительные котлеты : № 2007125314/13 : заявл. 04.07.2007 : опубл. 10.06.2009 / Г. В. Иванова, Е. О. Никулина, О. Я. Кольман ; заявитель Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Красноярский государственный торгово-экономический институт.
- [9] Патент № 2634117 C Российская Федерация, МПК A23L 17/00. Функциональный продукт на основе рыбного фарша : № 2015156457 : заявл. 29.12.2015 : опубл. 24.10.2017 / О. И. Кутина, М. П. Могильный, Т. В. Шленская [и др.]. – EDN ZXLTWZ.
- University of Engineering Technologies. – 2022. – Т. 84. – №. 2 (92). – Pp. 62-70.
- [2] Antipova L. V., Tolpygina I. N., Batishchev V. V. Functional products based on minced fish and vegetables //News of higher educational institutions. Food technology. - 2003. – No. 1. – pp. 32-34.
- [3] Popova N. N., Stolbovskikh L. I. Development of fish chopped semi-finished products of balanced fatty acid composition //Service in Russia and abroad. – 2013. – №. 5. – Pp. 30-37.
- [4] Gabdukaeva L. Z., Reshetnik O. A. Development of technology of fish semi-finished products for children's nutrition //The Food Industry. – 2019. – vol. 4. – No. 1. – pp. 7-13.
- [5] Zyuzina O. N. The state of health of children in Russia and prospects for changing the situation when using fish products //Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2011. – No. 66. – pp. 95-107.
- [6] Patent No. 2539919 C1 Russian Federation, IPC A23L 1/212. food functional product : No. 2013139941/13 : application. 08/27/2013 : publ. 01/27/2015 / R. I. Shazzo, G. M. Zaiko, K. S. Kurguzova [et al.] ; applicant Federal State Budgetary scientific institution «Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural products) (FGBNU KNIHP)
- [7] Sakharova O. V., Dementieva N. V., Fedoseeva E. V. Investigation of the effect of dietary fiber on the relative biological value of fish cutlets //Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2019. – №. 9 (150). – Pp. 127-133.
- [8] Patent No. 2357486 C2 Russian Federation, IPC A23L 1/325. fish-growing cutlets : No. 2007125314/13 : application 04.07.2007 : publ. 10.06.2009 / G. V. Ivanova, E. O. Nikulina, O. Ya. Kolman ; applicant State educational institution of Higher Professional Education education Krasnoyarsk State Trade and Economic Institute.
- [9] Patent No. 2634117 C Russian Federation, IPC A23L 17/00. Functional product based on minced fish : No. 2015156457 : application 29.12.2015 : publ. 24.10.2017 / O. I. Kutina, M. P. Mogilny, T. V. Shlenskaya [et al.]. – EDN ZXLTWZ.

Сведения об авторах

Information about the authors

Назарова Екатерина Ивановна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Nazarova Ekaterina Ivanovna 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

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 664:635.65-026.747

К вопросу термовакuumного экструдирования многокомпонентного сырья растительного происхождения

Куручкин А.А., Новикова О.А., Юрьев В.Ю.

Аннотация. В работе представлена информация о возможности получения экструдата многокомпонентной смеси растительного сырья с высоким содержанием одного из значимых макроэлементов в каждом из перерабатываемых ингредиентов. В эксперименте термовакuumной экструзии подвергалась смесь бобов овощной фасоли, зерна пшеницы и семян расторопши при различных соотношениях. При выборе рациональных параметров экструзионного процесса руководствовались сведениями о свойствах макроэлемента, концентрация которого в обрабатываемой пищевой системе была наибольшая, а затем они корректировались с учетом минимально допустимой деструкции остальных значимых компонентов сырья. С этой точки зрения термовакuumная экструзия в эксперименте была выполнена при высоком содержании влаги, умеренной температуре и более мягких условиях деформации обрабатываемого сырья. Резкое снижение давления в вакуумной камере машины при поступлении туда экструдата приводило к возникновению дополнительного эффекта по его обезвоживанию, что позволило получать продукт с влажностью 8-10%. При этом механизм термовакuumного воздействия на экструдат в процессе его обезвоживания обеспечивает частичное замещение жесткой термической составляющей процесса на ее более мягкий аналог – механическую. В конечном итоге это позволит снизить энергозатраты экструзионного процесса и повысить сохранность термолабильных ингредиентов обрабатываемого сырья.

Ключевые слова: пищевые технологии, растительное сырье, смесь, экструдаты, макроэлементы, термовакuumная экструзия.

Для цитирования: Куручкин А.А., Новикова О.А., Юрьев В.Ю. К вопросу термовакuumного экструдирования многокомпонентного сырья растительного происхождения // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 2. С. 15–20.

On the issue of thermal vacuum extrusion multicomponent raw materials of plant origin

Kurochkin A.A., Novikova O.A., Yuryev V.Yu.

Abstract. The work provides information on the possibility of obtaining an extrudate of a multicomponent mixture of plant raw materials with a high content of one of the significant macronutrients in each of the processed ingredients. In the experiment, a mixture of vegetable beans, wheat grain and milk thistle seeds at various ratios was subjected to thermal vacuum extrusion. When choosing rational parameters for the extrusion process, we were guided by information about the properties of the macronutrient, the concentration of which in the processed food system was the highest, and then they were adjusted taking into account the minimum acceptable destruction of the remaining significant components of the raw material. From this point of view, thermal vacuum extrusion in the experiment was carried out at high moisture content, moderate temperature and milder deformation conditions of the processed raw materials. A sharp decrease in pressure in the vacuum chamber of the machine when the extrudate entered there led to an additional effect of its dehydration, which made it possible to

obtain a product with a moisture content of 8-10%. At the same time, the mechanism of thermal vacuum action on the extrudate during its dehydration ensures partial replacement of the hard thermal component of the process with its softer analogue - the mechanical one. Ultimately, this will reduce the energy intensity of the extrusion process and increase the safety of thermolabile ingredients of the processed raw materials.

Keywords: food technologies, plant raw materials, mixture, extrudates, macronutrients, thermal vacuum extrusion.

For citation: Kurochkin A.A., Novikova O.A., Yuryev V.Yu. On the issue of thermal vacuum extrusion multicomponent raw materials of plant origin. *Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]*. 2024. Vol. 11. No. 2. pp. 16–20. (In Russ.).

Введение

С позиции теоретических основ пищевых систем сырье растительного происхождения занимает особое место в силу следующих причин:

- большинство его видов представляет собой полноценный источник важнейших макронутриентов (белков, жиров и углеводов);

- значимая часть данного вида сырья включает в свой состав различные биологически активные вещества, такие как витамины, полифенольные вещества, органические кислоты, сахара, макро- и микроэлементы, пищевые волокна и ряд других, требующихся для ежедневного синтеза и построения клеток, а также осуществления нормальных метаболических процессов и других функций в организме человека;

- химический состав многочисленных его представителей позволяет формировать самые различные органолептические свойства готовых продуктов питания;

- его свойства как сырья определяют эффективную обработку, как посредством простых, так и комбинированных технологических операций, получивших широкое применение в пищевой промышленности.

Перечисленные свойства растительного сырья объясняют хороший научный и практический задел в части разработки пищевых продуктов на основе применения термопластической экструзии. Более того именно в технологиях аналогов мяса из растительного, богатого белком сырья, теоретические основы экструзии высокой влажности сырья получили значительное развитие.

Исследования экструзии высокой влажности, начавшиеся в 1980-х годах, в общем случае можно разделить на две группы, которые классифицируются в зависимости от используемого сырья: однокомпонентного, где используется только одно богатое белком сырье (например, белковый концентрат или изолят) или многокомпонентный, когда применяется смесь двух или более видов сырья.

Для обеих категорий было показано, что при этом создаются анизотропные мясоподобные структуры. Тем не менее, многокомпонентные системы имели тенденцию иметь более мясную структуру и

текстуру продукта по сравнению с однокомпонентными системами. Причиной этого эффекта были предложены различные факторы, такие как образование дисперсной фазы из добавленного компонента, влияние компонента на реакции агрегации (сшивки) белков или изменения реологических свойств обрабатываемого сырья. Однако до сих пор отсутствует понимание того, на чем основано положительное влияние добавления второго богатого белком сырья в технологии мясоподобных экструдатов на структуру готового продукта [5, 13].

Для выяснения этого вопроса и обоснования той или иной гипотезы обычно используют модельную смесь, состоящую из изолята соевого или горохового белка, а также пшеничного глютена. Однако интерес потребителей к сое как к источнику белка в последние годы снизился и в качестве ее альтернативы предлагается использовать фасоль. Белковые ингредиенты фасоли обладают функциональными возможностями, аналогичными таковым соевого белка, включая способность удерживать воду и масло, стабильность пены, взбиваемость и гелеобразование; следовательно, они могут быть хорошим источником растительного белка для различных пищевых добавок [11].

Важные результаты, с точки зрения рассматриваемой проблемы, получены в процессе изучения аналогов мяса, вырабатываемых с помощью экструзии с низким содержанием влаги из белковых смесей овса и гороха. Изучались смеси в соотношениях 20:80, 30:70, 50:50 и 70:30. Методика поверхности отклика использовалась для оценки влияния состава смеси, скорости шнека (200-1200 об/мин), температуры цилиндра (135-160°C) и содержания влаги (25-35%) на свойства экструдированных аналогов мяса. Состав смеси оказал относительно более сильное влияние на водоудерживающую способность, индекс водорастворимости, горечь, когезионность и упругость, тогда как условия экструзии больше влияли на твердость, волокнистость и влажность [10].

Недавние исследования показывают, что наряду с рассмотрением роли белков в процессе экструзии, полезно проводить различие между растворимыми и нерастворимыми волокнами, поскольку они обладают совершенно разными функциональ-

ными возможностями. Нерастворимые волокна, такие как целлюлоза, делают аналоги мяса более жесткими с возможностью макроскопического разделения фаз, в то время как растворимые волокна, такие как пектин, делают аналоги мяса более мягкими, но также улучшают связывание в структуре продукта воды [12].

Таким образом, область экструзии многокомпонентных смесей растительного сырья в последние годы привлекает значительный интерес, а количество систематических исследований, посвященных физико-химическим свойствам экструдированных матриц растительных белков и пищевых волокон увеличивается. При этом еще более актуальными представляется исследования, связанные с экструдированием смесей растительного сырья с высоким содержанием всех известных макронутриентов [5, 9, 10-13].

Цель работы – изучить возможность получения экструдата многокомпонентной смеси растительного сырья с высоким содержанием одного из значимых макронутриентов в каждом из перерабатываемых ингредиентов.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлась смесь зерн пшеницы, семян рапсостры пятнистой и бобов овощной фасоли, подвергаемая термовакуумной экструзии с помощью экспериментального экструдера.

Результаты и их обсуждение

С точки зрения содержания основных макронутриентов, для сырья растительного происхождения характерно большое разнообразие. Часть его в своем составе имеет больше углеводов, а в некоторых преобладают белки или жиры (липиды).

Ориентируясь на этот факт, обычно рациональные технологические показатели экструзионного процесса переработки растительного сырья выбираются в зависимости от макронутриента, концентрация которого в обрабатываемом материале наибольшая, и корректируются с учетом минимально допустимой деструкции остальных значимых компонентов сырья.

Так, для крахмалсодержащего растительного сырья, к числу которого относятся практически все зерновые, технологические параметры должны обеспечить рациональную степень клейстеризации (желатинизации) крахмала, что возможно, если учитывать как минимум влажность экструдированного материала и температуру в тракте экструдера.

Среди макронутриентов, принимающих участие в формировании функционально-технологических свойств экструдатов из растительного сырья, наиболее очевидна роль белков. В связи с этим рациональные параметры термопластической экструзии должны ограничивать денатурацию белков,

которая проявляется в их структурной перестройке с разрывами ионных, дисульфидных и водородных связей естественной третичной или четвертичной структур.

Анализ механизма формирования структуры экструдатов показывает, что в отличие от белков, липиды в силу своих физико-механических и химических свойств на процесс текстурирования продукта влияния не оказывают или оно весьма ограничено. В процессе экструзии сырья с высоким содержанием липидов следует учитывать, что этот макронутриент обычно переходит в жидкое состояние при температуре около 400С, диспергируется в виде мельчайших капель и смешиваются с углеводами и белками [1, 4].

Особенностью экструзионной обработки сырья с повышенным содержанием пищевых волокон является то, что обе их разновидности (растворимая и нерастворимая пищевая клетчатка) хоть и в разной степени, но ограничивают активность крахмала как инициатора процесса порообразования и соперничают с остальными компонентами сырья за взаимодействие с водой. При этом штатный режим работы экструдера обеспечивает некоторое увеличение перевариваемости клетчатки в целом, а также перераспределение ее фракций в пользу растворимой составляющей [1, 3].

Как уже отмечалось, с позиции пищи и пищевых технологий в целом, сырье растительного происхождения – это не только совокупность белков, жиров и углеводов, но и источник целой группы микронутриентов.

Современные достижения в теории и практике термопластической экструзии растительного сырья позволяют прогнозировать поведение практически всех значимых для питания человека микронутриентов и назначать рациональные рабочие параметры для различных типов экструдеров. С этой точки зрения большая часть рекомендаций по контролю экструзионного процесса сводятся к следующему принципу: критические потери полезных свойств большинства микронутриентов растительного сырья наблюдаются при его нагреве до температуры свыше 100 °С.

Реализация цели исследований предполагалась путем экструзии многокомпонентной смеси растительного сырья с высоким содержанием одного из



Рис. 1. Образец экструдата смеси бобов овощной фасоли и зерна пшеницы



Рис. 2. Образец экструдата смеси бобов овощной фасоли и семян расторопши



Рис. 3. Образец экструдата смеси бобов овощной фасоли, зерна пшеницы и семян расторопши

значимых макронутриентов в каждом из перерабатываемых ингредиентов получаемого экструдата.

В качестве ингредиента с высоким содержанием крахмала в экспериментальных исследованиях было задействовано зерно пшеницы.

Семена расторопши пятнистой выбраны в силу высокого содержания в них липидов (35-40 %), а также клетчатки – 26 %. В них также широко представлен витаминный комплекс, минеральные вещества; присутствуют ферменты, пищевые волокна, слизи (около 5 %).

Фасоль овощная – ценная пищевая культура, пользующаяся большой популярностью у населения. Питательность ее недозрелых бобов (стручков) определяется, кроме высокого содержания белков, наличием сахаров и витаминов.

В исследованиях установлено: бобы фасоли овощной в технической спелости содержат до 6% белка, витамины А, В1, В2, В6, В12, К, С, РР, сахара (3,4%), минеральные соли К, Р, Са, Na, Fe, J, также они богаты клетчаткой (3,9%) и пектинами. В 100 г зеленых бобов содержится 0,26-0,45 мг каротина и 23-28 мг аскорбиновой кислоты [2].

Исследования проводились с помощью экспериментальной установки, в состав которой входил одношнековый пресс-экструдер, укомплектованный вакуумной камерой с выгрузным шлюзовым затвором.

Пониженное давление в камере создавалось с помощью вакуумной системы, в состав которой входили вакуумные насос, регулятор и баллон. Вакуум-регулятор позволял поддерживать необходимое давление в вакуумной камере, а вакуум-баллон служил для сглаживания возможных колебаний давления в системе и сбора конденсата, получаемого при охлаждении паровоздушной смеси, откачиваемой из вакуумной камеры [6-8].

Выгрузка готового экструдата без разгерметизации вакуумной камеры обеспечивалась с помощью шлюзового затвора, выполненного в виде корпуса цилиндрической формы и вращающейся в нем восьмиллопастной крыльчатки (ротора) на шариковых подшипниках.

В качестве объекта исследования была выбрана смесь зерна пшеницы, семян расторопши пятнистой и бобов овощной фасоли с разным соотношением входящих в них ингредиентов.

Смеси экструдировались в течение 10 с при температуре 100-105°C с последующим воздействием на выходящее из фильеры матрицы экструдера сырье пониженным давлением, равным 0,05 МПа. Частота вращения шнека пресса-экструдера составляла 7,5 с-1, диаметр фильеры матрицы экструдера – 4 мм. Эксперимент проводился в трехкратной повторности.

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что при влажности перерабатываемой смеси бобов овощной фасоли и зерна пшеницы 24-28 % и соотношением ингредиентов 1 : 1 экструдаты имеют умеренно пористую структуру с некоторыми включениями не переработанных частиц бобов (рис. 1).

Переработка смеси бобов овощной фасоли и семян расторопши с соотношением ингредиентов, входящих в состав экструдата 1 : 1, показала, что экструдаты имеют пластинчатую структуру, при которой липиды хорошо агрегатированы с углеводами и белками (рис. 2).

Образец экструдата смеси бобов овощной фасоли, зерна пшеницы и семян расторопши при соотношении перечисленных ингредиентов 1 : 1 : 1, по своей структуре оказался ближе к первому образцу.

Выводы

Выбор рациональных параметров экструзионного процесса обычно обусловлен свойствами макронутриента, концентрация которого в обрабатываемой пищевой системе наибольшая, и корректируются с учетом минимально допустимой деформации остальных значимых компонентов сырья. С этой точки зрения термовакуумная экструзия в эксперименте была выполнена при высоком содержании влаги, умеренной температуре и более мягких условиях деформации обрабатываемого сырья. Резкое снижение давления в вакуумной камере ма-

шины при поступлении туда экструдата приводит к возникновению дополнительного эффекта по его обезвоживанию, что позволяет получать продукт с влажностью 8-10%. Механизм термовакуумного воздействия на экструдат в процессе его обезвоживания обеспечивает частичное замещение жесткой

термической составляющей процесса на ее более мягкий аналог – механическую. В конечном итоге это позволит снизить энергоёмкость экструзионного процесса и повысить сохранность термолабильных ингредиентов обрабатываемого сырья.

Литература

- [1] Бахчевников, О.Н. Экструдирование растительного сырья для продуктов питания (обзор) / О.Н. Бахчевников, С.В. Брагинец // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. №4. С. 690-706.
- [2] Босак, В.Н. Биологическая ценность и аминокислотный состав различных сортов фасоли овощной / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко // Овощеводство. 2017. т. 25. С. 5-10.
- [3] Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон / П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015. № 4. С. 65-71.
- [4] Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 70-74.
- [5] Олейников, В.В. Разработка технологии продуктов питания на основе нативных мясных и растительных компонентов методом термопластической экструзии: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04, 05.18.12/Олейников Владислав Владимирович. – Москва: 2004. – 24 с.
- [6] Пат. 189317 Российская Федерация СПК В29С 48/00. Экструдер с вакуумной камерой /заявители: П.К. Гарькина, В.М. Зимняков, А.А. Курочкин, О.Н. Кухарев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГАУ.– № 2019105424; заявл. 26.02.2019; опубл. 22.05.2019, Бюл. № 19. 7с.
- [7] Пат. 198439 Российская Федерация МПК А23Р 30/20. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: П.К. Гарькина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГАУ.– № 2020110297; заявл. , 10.03.2020; опубл. 09.07.2020, Бюл. № 19. 6с.
- [8] Пат. 2783914 Российская Федерация МПК А23Р 10/25. Агрегат для термовакуумной экструзии растительного сырья /заявители: А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, П.К. Гарькина, Т.В. Шептак; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГАУ.– № 2021110152; заявл. , 13.04.2021; опубл. 13.10.2022, Бюл. № 29. 9с.
- [9] Степанов, В. И. Исследование влияния гранулометрического состава экструдированной смеси на процесс экструзии и качество многокомпонентных снежков / В.И. Степанов, В.В.

References

- [1] Bakhchevnikov, O.N. Extrusion of vegetable raw materials for food products (review) / O.N. Bakhchevnikov, S.V. Braginets // Technics and technology of food production. 2020. V. 50. No. 4. P. 690-706.
- [2] Bosak, V.N. Biological value and amino acid composition of various varieties of vegetable beans / V.N. Bosak, T.V. Sachivko //Vegetable growing. 2017. vol. 25. p. 5-10.
- [3] Voronina, P. K. Multifunctional composite with a higher content of dietary fiber / P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. 2015. No. 4. P. 65-71.
- [4] Kurochkin, A. A. Extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. 2014. No. 4. P. 70-74.
- [5] Oleynikov, V.V. Development of food technology based on native meat and plant components using thermoplastic extrusion: abstract of thesis. dis. ...cand. tech. Sciences: 05.18.04, 05.18.12/Oleynikov Vladislav Vladimirovich. – Moscow: 2004. – 24 p.
- [6] Pat. 189317 the Russian Federation is SPK B29C 48/00. Extruder with vacuum chamber / applicants: P. K. Garkina, V. M. Zimnyakov, A. A. Kurochkin, O. N. Kukharev; applicant and patentee of FGOU IN Penza GAU.- No. 2019105424; declared. 26.02.2019; publ. 22.05.2019, Byul. No. 19. 7 p.
- [7] Patent 198439 Russian Federation, IPC A23P 30/20, CPC A23P 30/20. Extruder with vacuum chamber / P.K. Garkina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova [et al.]. Date of publication: 09.07.2020. Bull. No. 19.
- [8] Pat. 2783914 Russian Federation IPC A23P 10/25. Unit for thermal vacuum extrusion of plant raw materials / applicants: A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, P.K. Garkina, T.V. Sheptak; applicant and patent holder FGOU VO Penza State Agrarian University. – No. 2021110152; application , 04/13/2021; publ. 10/13/2022, Bulletin. No. 29. 9с.
- [9] Stepanov, V.I. Study of the influence of the granulometric composition of the extruded mixture on the extrusion process and the quality of multicomponent snacks / V.I. Stepanov, V.V. Ivanov, A.Yu. Sharikov et al. //Technology and technology of food production. 2016. T. 43. No. 4. pp. 129-134.
- [10] Kaleda A. et al. Physicochemical, textural, and sensorial properties of fibrous meat analogs from oat-pea protein blends extruded at different moistures,

- Иванов, А.Ю. Шариков и др. //Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 43. №. 4. С. 129-134.
- [10] Kaleda A. et al. Physicochemical, textural, and sensorial properties of fibrous meat analogs from oat-pea protein blends extruded at different moistures, temperatures, and screw speeds //Future Foods. 2021. T. 4. C. 100092.
- [11] Kantanen K. et al. Physical properties of extrudates with fibrous structures made of faba bean protein ingredients using high moisture extrusion //Foods. 2022. T. 11. №. 9. C. 1280.
- [12] Schreuders F. K. G. et al. Structure formation and non-linear rheology of blends of plant proteins with pectin and cellulose //Food Hydrocolloids. 2022. T. 124. C. 107327.
- [13] Wittek P., Karbstein H. P., Emin M. A. Blending proteins in high moisture extrusion to design meat analogues: Rheological properties, morphology development and product properties //Foods. 2021. T. 10. №. 7. C. 1509.
- temperatures, and screw speeds //Future Foods. 2021. T. 4. C. 100092.
- [11] Kantanen K. et al. Physical properties of extrudates with fibrous structures made of faba bean protein ingredients using high moisture extrusion //Foods. 2022. T. 11. No. 9. C. 1280.
- [12] Schreuders F. K. G. et al. Structure formation and non-linear rheology of blends of plant proteins with pectin and cellulose //Food Hydrocolloids. 2022. T. 124. C. 107327.
- [13] Wittek P., Karbstein H. P., Emin M. A. Blending proteins in high moisture extrusion to design meat analogues: Rheological properties, morphology development and product properties //Foods. 2021. T. 10. No. 7. C. 1509.

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
Новикова Ольга Анатольевна аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru	Novikova Olga Anatolievna upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@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

Исследование процессов осаждения продуктов горения щепы и ароматических смесей на мясных продуктах под воздействием электростатического поля

Пияйко П.И., Блинохватов А.А.

Аннотация. В статье проведен анализ научных данных о воздействии электрического поля на поверхности пищевых продуктов и эффективности осаждения дыма. Технология имеет свои положительные и отрицательные свойства. К основным плюсам следует отнести: значительное снижение продолжительности времени работы установки, экономия ресурсов (электроэнергия, щепа и т.д.), равномерное распределение продуктов горения щепы по поверхности конечного продукта и его окрашивание в золотисто-коричневые тона. Кроме того, электрическое поле положительно влияет на увеличение сроков хранения продукта, так как происходит разрушение клеточных стенок микроорганизмов и нарушение общего метаболизма. К недостаткам технологии относят менее выраженные органолептические показатели готового продукта. Считается, что это связано с более коротким циклом технологии производства, и невысоким процентом диффузии частиц дыма в конечный продукт.

Ключевые слова: копчение, электростатическое поле, ароматическая смесь, осаждение, щепа, мясное сырье.

Для цитирования: Пияйко П.И., Блинохватов А.А. Исследование процессов осаждения продуктов горения щепы и ароматических смесей на мясных продуктах под воздействием электростатического поля // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 2. С. 21–25.

Investigation of the processes of deposition of combustion products of wood chips and aromatic mixtures on meat products under the influence of electrostatic field

Piyaiko P.I., Blinokhvatov A.A.

Abstract. The article analyzes the scientific data on the effect of electric field on food surfaces and the efficiency of smoke deposition. The technology has its positive and negative properties. The main advantages include: a significant reduction in the operating time of the plant, saving resources (electricity, wood chips, etc.), uniform distribution of combustion products of wood chips on the surface of the final product and its coloring in golden-brown tones. In addition, the electric field has a positive effect on increasing the shelf life of the product, as the cell walls of microorganisms are destroyed and the general metabolism is disturbed. The disadvantages of the technology include less pronounced organoleptic indicators of the finished product. It is believed that this is due to a shorter cycle of production technology, and a low percentage of diffusion of smoke particles into the final product.

Keywords: smoking, electrostatic field, flavor mixture, precipitation, chips, meat raw material.

For citation: Piyaiko P.I., Blinokhvatov A.A. Investigation of the processes of deposition of combustion products of wood chips and aromatic mixtures on meat products under the influence of electrostatic field. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 2. pp. 21–25. (In Russ.).

Введение

Анализ научных статей и литературных источников показал высокую эффективность осаждения дыма, под воздействием электрического поля, на поверхности различных продуктов (рыбе, мясе крупнорогатого скота, птицы и даже на раститель-

ных продуктах). Данная технология имеет свои плюсы и минусы. К основным плюсам следует отнести: значительное снижение продолжительности времени работы установки, экономия ресурсов (электроэнергия, щепа и т.д.), равномерное распределение продуктов горения щепы по поверхности конечного продукта и его окрашивание в золоти-



Рис. 1. Анализируемый продукт



Рис. 2. Оценка органолептических показателей копченой грудинки, произведенной по двум разным технологиям

Таблица 1 – Оценка показателей качества копченой грудинки, произведенной по двум технологиям

№ дегустатора	Оценка копченой грудинки (классическая технология)	Оценка копченой грудинки (с применением электростатики)
1	8	8
2	8	7
3	9	8
4	7	9
5	8	9
6	8	7
7	7	7
8	9	8
9	7	9
10	8	9
11	9	8
12	8	8
13	8	9
14	9	8
Средний балл	8,07	8,14

сто-коричневые тона. Кроме того, электрическое поле положительно влияет на увеличение сроков хранения продукта, так как происходит разрушение клеточных стенок микроорганизмов и нарушение общего метаболизма. К недостаткам технологии относят менее выраженные органолептические показатели готового продукта. Считается, что это связано с более коротким циклом технологии производства, и невысоким процентом диффузии частиц дыма в конечный продукт.

Для исследования эффективности осаждения продуктов горения щепы и ароматических смесей был поставлен ряд экспериментов, направленных на анализ органолептических показателей продуктов, произведенных по классической технологии копчения и с применением электростатического поля.

Задача эксперимента - доказать, что эффективность осаждения дымных частиц под воздействием электростатического поля, не влияет на органолептические свойства продукта в сравнении с классической технологией.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служило мясное сырье, обработанное с помощью электростатического поля.

При проведении эксперимента использовали стандартные и общепринятые физико-химические и органолептические методы исследований. Изучение органолептических показателей качества выработанных полуфабрикатов проводили по стандартной методике в соответствии с требованиями ГОСТ 32951, ГОСТ 9959-2015. В качестве основного продукта была выбрана свиная грудинка, приготовленная двумя разными способами (рисунок 1). Фокус-группу составили студенты третьего курса обучения ПензГТУ (рисунок 2), в количестве 14 человек.

Каждый студент получил дегустационный лист по оценке качества мяса по девятибалльной шкале (ГОСТ 9959-2015).

Оценка органолептических показателей производилась по совокупности показателей качества,

согласно методике. Полученные результаты работы фокус-группы сведены в таблицу 1.

В работе фокус-группы особое внимание обращалось на такие показатели как - цвет, выраженность и насыщенность вкуса, а также аромат. Именно они характеризуют эффективность осаждения продуктов горения щепы и ароматических смесей. Другие показатели – сочность и нежность, были практически идентичны (использовалось одинаковое сырье).

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования позволили сделать вывод, что приготовленная по двум технологиям грудинка обладает примерно одинаковыми органолептическими показателями, а, следовательно, эффективность осаждения продуктов горения щепы в технологии с электростатикой не хуже, чем при классической технологии.

Разработка технологии производства продуктов питания методом холодного копчения в электростатической камере

В качестве технического средства для реализации разрабатываемой технологии использовалась экспериментальная электростатическая камера. Конструктивно-технологическая схема данной камеры представлена на рисунке 3.

На первом этапе происходит выбор и подготовка сырья. Подходит любое сырье: мясо и мясопродукты, имеющие структурную целостность и возможность закрепления внутри камеры. Сырье должно соответствовать требованиям нормативных регламентов СанПин 2.3.2.1078.

Для увеличения показателей осаждения продуктов горения щепы и вкусо-ароматических смесей полуфабрикату придают определенную форму (бруски определенного размера) и зачищают от жил, кожи излишков жира и т.д. Если в качестве сырья используют рыбу, то ее предварительно по-

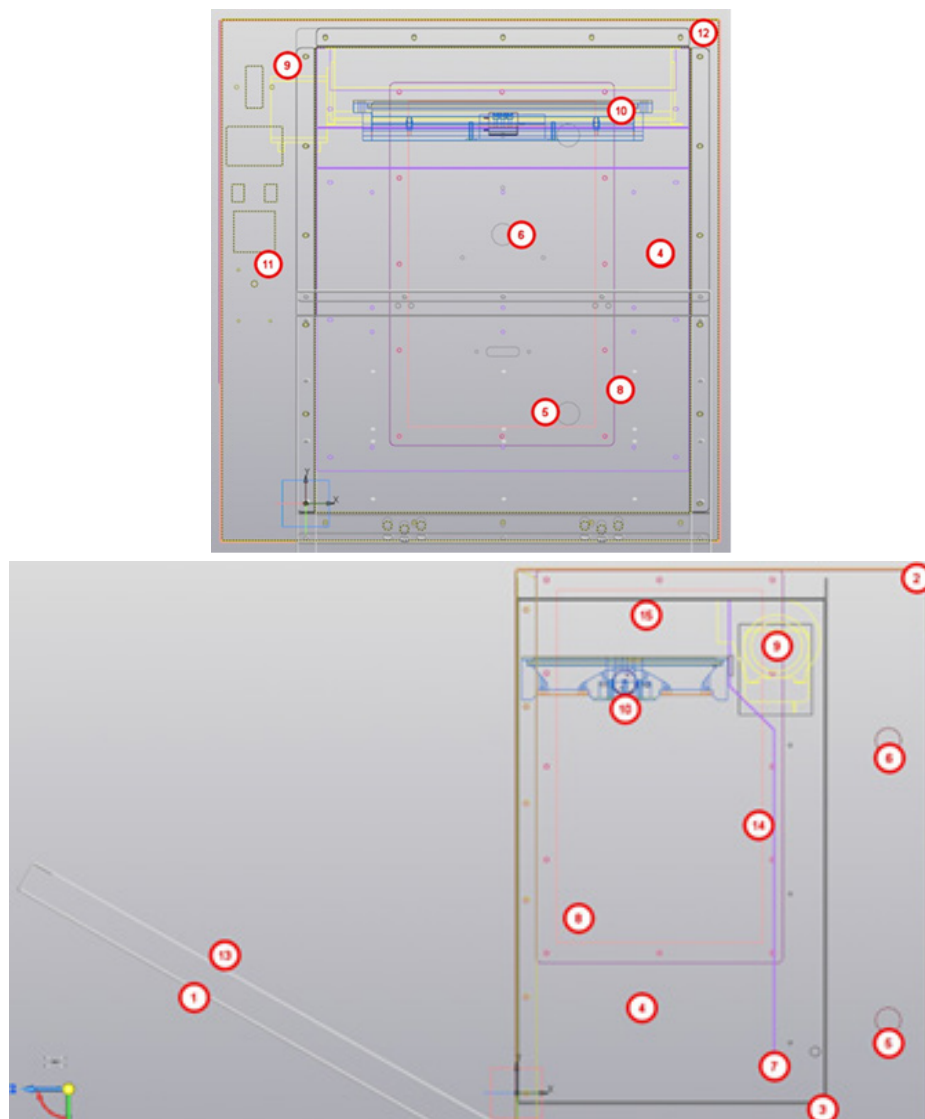


Рис. 3. Схема электростатической камеры в двух проекциях и расположение основных агрегатов: 1 - дверь, 2 - внешний корпус, 3 - внутренний корпус, 4 - рабочая камера, 5 - вход трубы подачи дыма, 6 - выход трубы отвода дыма, 7 - фальшь панель, 8 - инспекционное окно, 9 - тангенсальный вентилятор, 10 - распылитель вкусо-ароматических смесей, 11 - панель управления, 12 - утеплитель, 13 и 14 - осадительные электроды, 15 - крепления подвеса продукта (центральный электрод).

трошат, убирают внутренности и снимают чешую. Такая подготовка позволяет добиться высоких органолептических показателей конечного продукта и повышает сроки хранения.

Подготовленное сырье можно дополнительно выдержать в рассоле. Период времени выдержки в рассоле зависит от типа мяса, и объема заготовки. Как правило, для рыбы эти сроки меньше, чем для свинины или говядины.

Второй этап связан с подготовкой камеры к работе. Допускается использование любого дым-генератора, работающего на древесной щепе с уровнем влажности не более 14%, фракцией щепы – 3-12 мм.

Щепа помещается в бункер дым генератора и поджигается непосредственно перед началом работы, когда все остальные этапы подготовки завершены.

Важное условие: в процессе розжига щепы, производят активацию инжекционного вентилятора, который создает приток кислорода в камеру сгорания.

Дым генератор фиксируется у отверстия подачи дыма (5). С помощью гибкого шланга или трубы производят отвод отработанного дыма от технологического отверстия (6).

Подготовленные вкусо-ароматические смеси (подбирают состав, измельчают до нужной фракции и т.д.), помещают в бункер-распылитель (10).

Минимальное количество специй - 4 г, максимальное 60 г.

Важное условие: размещение специй в бункере должно быть равномерным, по всей поверхности.

Готовый полуфабрикат закрепляется с помощью крюков на подвесе (15), который в дальнейшем будет выступать в качестве центрального электрода, между осадительными электродами (13,14) согласно технологии электростатического копчения.

Важное условие: полуфабрикат не должен касаться внутренних стенок камеры, узлов оборудования и осадительных электродов (13, 14). Максимальная загрузка камеры не должна превышать 5 кг.

С помощью двери (1) производят герметизацию камеры и задают технологические параметры процесса копчения на панели управления (11). К ним относятся: интенсивность подачи дыма, мощность работы тангенциального вентилятора и распылителя, цикличность накопления и осаждения дыма.

Важное условие: распылитель вкусо-ароматических смесей запускается одновременно с активацией высоковольтного генератора (20 киловольт), и работает одновременно с ним, для снижения расхода и более эффективного осаждения специй.

Литература

- [1] Антипов С.Т., Мальцева О.В., Шахов С.В. Совершенствование процесса электростатического копчения твердых сыров с индуктивным подводом

По окончании цикла приготовления продукта, отключается инжекционный вентилятор подачи дыма. Не прогоревшая щепа тушится вручную и удаляется.

Тангенциальный вентилятор включается на максимальную мощность в течении 5 минут, что позволяет полностью вывести из камеры остатки продуктов горения щепы.

На завершающем этапе сбрасывают все параметры работы камеры до нулевых показателей и отключают от электросети.

Важное условие: на электродах может оставаться остаточный заряд, в связи с чем необходимо использовать диэлектрические перчатки, при снятии готового продукта с центрального электрода, во избежание поражения электрическим током.

На поддоне может остаться часть специй, которые, после проведения инспекции, возвращают в технологический процесс повторно.

Готовый продукт снимается с центрального подвеса, крюки извлекаются.

С помощью вакууматора производят упаковку. Такая технология позволяет продлить сроки годности продукта и сохранить ароматические показатели на продолжительный период.

Хранение камеры должно производиться на устойчивой поверхности, защищенной от попадания влаги.

Общее время работы камеры может варьироваться, в зависимости от вида сырья и задаваемых показателей. Среднее время работы 1-1,5 часа.

Выводы

Для исследования эффективности осаждения продуктов горения щепы и ароматических смесей был поставлен ряд экспериментов, направленных на анализ органолептических показателей продуктов, произведенных по классической технологии копчения и с применением электростатического поля. Результаты исследования позволили сделать вывод, что приготовленная по двум технологиям грудинка обладает примерно одинаковыми органолептическими показателями, а, следовательно, эффективность осаждения продуктов горения щепы в технологии с электростатикой не хуже, чем при классической технологии. Разработана технология производства продуктов питания методом холодного копчения в электростатической камере. В работе указаны оптимальные параметры работы агрегата.

Исследование проводится при поддержке Фонда содействия инновациям по программе УМНИК в рамках договора 18528ГУ/2023 от 22.08.2023

References

- [1] Antipov S.T., Maltseva O.V., Shakhov S.V. Improving the process of electrostatic smoking of hard cheeses with inductive energy supply during smoke generation

- энергии при дымогенерации [Текст] / Воронеж. гос. технол. акад. - Воронеж, 2011. - С. 176.
- [2] Блинохватов А.А., Пияйко П.И. Методы снижения содержания полициклических ароматических углеводородов в копченых мясных продуктах // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 2. С. 5–10.
- [3] Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю., Елецких С.В., Родионова М.А. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 3 (29). С. 127-134.
- [4] Способ автоматического управления процессом электростатического копчения продуктов с развитой структурой в регулируемой среде с индуктивным подводом энергии при дымогенерации. Шахов С.В., Ткачев О.А., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю., Мальцева О.В. Патент на изобретение RU 2595176 C1, 20.08.2016. Заявка № 2015112153/13 от 03.04.2015.
- [Text] / Voronezh. state technol. acad. - Voronezh, 2011. - P. 176.
- [2] Blinohvatov A.A., Piyayko P.I. Methods for reducing the content of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products // Innovative equipment and technology. 2023. T. 10. No. 2. P. 5–10.
- [3] Sukharev I.N., Shubkin S.Yu., Eletsikh S.V., Rodionova M.A. Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products. 2019. No. 3 (29). pp. 127-134.
- [4] A method for automatically controlling the process of electrostatic smoking of products with a developed structure in a controlled environment with inductive energy supply during smoke generation. Shakhov S.V., Tkachev O.A., Sukharev I.N., Shubkin S.Yu., Maltseva O.V. Patent for invention RU 2595176 C1, 08/20/2016. Application No. 2015112153/13 dated 04/03/2015.

Сведения об авторах

Information about the authors

Пияйко Павел Игоревич студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail: p.a.v.e.l_p@mail.ru	Piyayko Pavel Igorevich student of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail: p.a.v.e.l_p@mail.ru
Блинохватов Антон Александрович кандидат сельскохозяйственных наук заведующий кафедрой «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail: bl-anton58@rambler.ru	Blinokhvatov Anton Alexandrovich PhD in Agricultural Sciences head of the department of «Food productions» Penza State Technological University E-mail: bl-anton58@rambler.ru

Исследование факторов конвективной сушки птичьего помета

Потапов М.А., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье рассматривается сушка птичьего помета, с перспективой использования его в качестве биомассы при производстве тепловой энергии. Целью исследования было изучение химических и физических свойств, а также влияния различных условий эксплуатации на сушку птичьего помета. Результаты экспресс-анализа показали, что птичий помет имеет высокие уровни содержания влаги (78%), золы (29%), летучих веществ (65%) и низкого содержания связанного углерода (5%). Для каждого режима работы эволюция кинетики сушки и термического КПД была выявлена при 80°C и скорости потока 1,0 м/с и 80°C и скорости потока 1,4 м/с. Теплотворная способность оставалась неизменной даже после сушки и составляла более 11 МДж/кг, что свидетельствует о том, что птичий помет является перспективной биомассой для производства тепловой энергии. Следовательно, в качестве биотоплива сухой птичий помет будет иметь характеристики, аналогичные биомассе других животных.

Ключевые слова: сушка, птичий помет, энергия биомассы, энергия, возобновляемая энергия, теплотворная способность.

Для цитирования: Потапов М.А., Фролов Д.И. Исследование факторов конвективной сушки птичьего помета // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 2. С. 26–33.

Investigation of factors of convective drying of poultry manure

Potapov M.A., Frolov D.I.

Abstract. The article deals with the drying of poultry manure, with the prospect of using it as biomass in the production of thermal energy. The purpose of the study was to investigate the chemical and physical properties, as well as the influence of different operating conditions on the drying of poultry manure. The results of the rapid analysis showed that poultry litter had high levels of moisture content (78%), ash (29%), volatile matter (65%) and low bound carbon content (5%). For each mode of operation, the evolution of drying kinetics and thermal efficiency was found at 80 °C and a flow rate of 1.0 m/s and 80 °C and a flow rate of 1.4 m/s. The calorific value remained unchanged even after drying and was more than 11 MJ/kg, indicating that poultry litter is a promising biomass for thermal energy production. Consequently, as a biofuel, dried poultry litter will have characteristics similar to other animal biomass.

Keywords: drying, poultry manure, biomass energy, energy, renewable energy, calorific value.

For citation: Potapov M.A., Frolov D.I. Investigation of factors of convective drying of poultry manure. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 2. pp. 26–33. (In Russ.).

Введение

Несмотря на то, что чистый навоз обеспечивает питательные вещества для сельскохозяйственных культур из-за высокого уровня азота, фосфора и калия, он вызывает социальные и экологические проблемы, такие как запахи, патогены, производство фитотоксичных веществ и эвтрофикация воды. Еще одним недостатком применения сырого навоза в качестве удобрения является высокое содержание азота и белков, вызывающих выбросы аммиака

и выщелачивание нитратов в грунтовые воды, что приводит к неизбежным потерям азота в атмосферу и водоемы.

Термохимические процессы сжигания, пиролиза и газификации являются альтернативой снижению воздействия на окружающую среду из-за неправильной утилизации птичьего помета и дополняют исследования по технологии преобразования биомассы в устойчивое производство тепла и энергии. Энергетические характеристики остатков домашней птицы, касающиеся их термохимиче-

ских свойств, строго зависят от вида птиц, стадии роста, размножения и рациона питания. В нескольких исследованиях анализировался энергетический потенциал чистого птичьего помета (без подстилки) в термохимических процессах горения. Подавляющее большинство оценивает физико-химические, морфологические и термогравиметрические характеристики птичьего помета (смесь экскрементов на слое адсорбирующих материалов, т. е. соломы, стружки, известняка, сухой травы или другого типа зеленой биомассы) [2, 3, 4, 5].

Сжигание в псевдоожиженном слое имеет преимущества по сравнению с другими системами сжигания, т.е. более низкие выбросы и более эффективного контроля. Обычно используются барботирующий псевдоожиженный слой и турбулентные слои. Эти реакторы компактны и обладают высокой скоростью аккумуляции и передачи тепла, что обеспечивает высокую степень рекуперации тепла. С другой стороны, горение в псевдоожиженном слое вызывает проблемы при использовании материалов с высоким содержанием влаги, что ставит под угрозу сырье, а также снижает эффективность сгорания, вызывая плохое псевдоожижение и агломерацию в стенках реактора.

Влажность птичьего помета может достигать 80%, что требует большого количества биомассы. Эта величина влияет на физические свойства, количество и качество газов, влияя затем на размер оборудования. Высокое содержание влаги может вызвать проблемы с воспламенением и снизить температуру горения, препятствуя сгоранию продуктов реакции и, как следствие, влияя на качество сгорания поскольку влажная биомасса требует длительного времени пребывания в термических процессах перед сгоранием. Кроме того, птичий помет с меньшей влажностью превращается в биомассу с большей теплотворной способностью. Таким образом, для влажной основы рекомендуется влажность ниже 25%.

Процесс сушки требует большого энергопотребления при использовании биомассы для снижения влажности материала. Кроме того, сушка сложна, поскольку тепло- и массоперенос происходят одновременно, скорость сушки варьируется в ходе процесса. Структурно-композиционные характеристики твердых веществ в процессе сушки изменяются и могут даже прийти в негодность по некоторым функциям или потерять преимущество в зависимости от интенсивности воздействия на продукт. В этом смысле могут пострадать физические и энергетические характеристики птичьего помета. Таким образом, массоперенос необходимо анализировать с учетом кинетики сушки, а теплообмен исследовать с учетом температуры материала и данных термического КПД.

Следовательно, производительность различных сушилок анализируется с точки зрения эксплуатации, чтобы обеспечить интенсивный теплообмен и массообмен, сокращая время сушки и потребле-

ние энергии сушилкой. Горизонтальная конвективная сушилка является альтернативой сушке биомассы от остатков с высокой влажностью, которая удаляется путем контроля переменных процесса, таких как температура, относительная влажность и скорость сушильного воздуха.

Экспериментальное поведение сушки может подтвердить смоделированные результаты, полученные с помощью моделей подхода, которые необходимы для моделирования, проектирования и оптимизации процесса сушки. Для рассмотрения теории тонкого слоя применяются эмпирические и полуэмпирические модели. В этой теории внутренние переменные материала (температура и влажность) зависят только от времени, характеризующего однородность пространственной области, т. е. игнорируют пространственные изменения физических свойств. Таким образом, рассмотрение этой теории позволяет применять модели для моделирования поведения сушки с помощью переменных, внешних по отношению к продукту (условия эксперимента), таких как температура и относительная влажность воздуха для сушки.

Помимо влаги в материале, для анализа свойств биомассы в качестве топлива для возобновляемого источника энергии при сжигании необходимо знать факторы, связанные с птичьим пометом, такие как уменьшение размера, теплотворную способность, количество летучих веществ, образующихся при термической конверсии, химические вещества, состав, содержание углерода и золы.

Чтобы внести вклад в исследования, связанные с выработкой тепловой энергии с использованием птичьего помета в качестве биомассы, было предложено изучить физические, химические и энергетические характеристики, а также сушку птичьего помета без смешивания с другими материалами. В основном при сушке применяется предварительная обработка биомассы. Таким образом, данное исследование было направлено на оценку сушки птичьего помета как источника возобновляемой энергии для применения биомассы при сжигании. С этой целью было проведено исследование химических и физических свойств, а также влияния различных условий эксплуатации на сушку птичьего помета. Высыхание птичьего помета анализировали с использованием экспериментальных кинетических данных в зависимости от температуры и скорости воздуха. Кроме того, были использованы экспериментальные результаты сушки при моделировании моделей, основанных на теории тонкого слоя, найденных в литературе.

Объекты и методы исследования

Птичий помет был собран на птицефабрике Васильевская, расположенной в г. Пензе. Собранный в разных точках фермы птичий помет хранился в герметичных упаковках, а затем замораживался для сохранения качества и свойств сырья. Перед

проведением опытов по сушке птичий помет размораживали при комнатной температуре во избежание потери исходной влаги материала.

Образцы птичьего помета предварительно сушили в печи при температуре 105 °С в течение 24 часов. Затем образцы охлаждали в эксикаторе. Измерение рН материала определялось с помощью электрода Ag/AgCl, погруженного в раствор с водой. Раствор содержал 10 г материала и 25 г воды, которые перемешивали до гомогенизации перед измерением рН. Для оценки потенциального использования птичьего помета в качестве источника тепловой энергии для биотоплива была измерена теплотворная способность.

Эксперименты по сушке проводились в горизонтальной конвективной сушилке, изготовленной из стали, состоящей из трех основных агрегатов: сушильной камеры, электронагрева и подачи воздуха, согласно экспериментальной установке.

Сушильная камера имеет длину 230 см и квадратное сечение 40 см. Подача воздуха осуществляется вентилятором мощностью 300 Вт, скорость воздуха варьируется от 0,1 до 5 м/с. Воздушный поток сразу после вентилятора нагревается девятью электрическими ТЭНами (1500 Вт), подключенными к ПИД-регулятору, который контролирует температуру в пределах $\pm 0,5$ °С от заданного значения. Электронные весы с точностью до $\pm 0,5$ г прикрепляются к сушилке после электрических сопротивлений. Опора для фиксации, составляющая сушильную камеру, соединена с весами и расположена в геометрическом центре сушильной камеры, благоприятном для потока предварительно нагретого воздушного потока.

Температура воздушного потока контролировалась двумя датчиками, установленными до и после сушильной камеры. Третий датчик температуры, расположенный между лотками и электрическим сопротивлением, контролирует температуру внутри сушилки. Температуру птичьего помета во время сушки измеряли отдельно от температуры воздушного потока цифровым датчиком-термопарой, расположенным в центре лотка и без контакта с его нижней поверхностью для обеспечения температуры пробы. Скорость воздушного потока измерялась в начале сушильной камеры одним анемометром с чувствительностью 0,2 м/с и максимальной способностью поддерживать скорость до 36 м/с. Температуру и скорость воздуха проверяли с помощью термоанемометра, расположенного рядом с лотком. Анемометр, сопротивления и система подачи воздуха в сушильную камеру были подключены к цифровым контроллерам, расположенным в электрическом щите, установленном в сушилке.

Всего было проведено четыре эксперимента по сушке при постоянных условиях температуры и скорости приточного воздуха с учетом экспериментальных отклонений и колебаний регулятора температуры и скорости воздуха (табл. 1).

Данные условия эксплуатации были выбраны

для обеспечения постоянного состояния воздуха внутри оборудования. Общее время сушки составляло от 290 до 400 мин в зависимости от условий эксплуатации. Начальная температура образцов составляла около 24 ± 2 °С и зависела от температуры окружающей среды. Некоторые условия эксплуатации были повторены для оценки экспериментальных ошибок, связанных с измерениями влажности и температуры.

Экспериментальная методология, использованная для получения данных о кинетике сушки, была основана на гравиметрическом методе, который представляет собой стандартизированный метод, используемый для абсолютного определения влажности образца в лабораторном масштабе. Первоначально птичий помет помещали на пластину из нержавеющей стали высотой 0,5 см и размером 15 x 15 см. Затем включали осушитель и программировали скорость и температуру воздуха осушителя на заранее заданные условия эксплуатации (табл. 1). Системе потребовалось около 20 минут, чтобы достичь устойчивого состояния с постоянной температурой воздуха на выходе из осушителя. После стабилизации образец и комплект лотков помещали в сушилку и держали подвешенными на фиксирующей опоре в центре сушильной камеры. С этого момента скорость воздуха, масса образца, а также температура воздуха и твердой фазы автоматически контролировались и собирались каждые 20 минут. Сушку проводили до тех пор, пока не наблюдалось существенного изменения массы птичьего помета, принятой за сухую массу системы. Для определения сухой массы птичьего помета лоток помещали в печь при температуре 105 ± 3 °С на 24 часа. Затем образец выдерживали в течение 30 мин в эксикаторе для достижения равновесия с комнатной температурой, а затем взвешивали на аналитических весах для определения сухой массы и оценки конечного содержания влаги в птичьем помете.

Массоперенос анализировали по кинетическим кривым сушки, построенным по значениям, полученным для влажного и сухого образца.

Влага птичьего помета (в сухом виде) использовалась в уравнении чтобы оценить коэффициент влажности как функцию времени. Равновесная влажность — это соотношение массы влажного образца в начале и массы сухого образца в конце сушки.

Таблица 1 – Условия сушки в ходе экспериментов в горизонтальной конвективной сушилке

№	Скорость воздуха (м/с)	Температура (°С)	Масса (г)
1	1	60	124
2	1	80	126
3	1,4	60	123
4	1,4	80	123

Для конвекционной теплопередачи анализировали влияние условий эксплуатации на тепловые характеристики птичьего помета по температуре поверхности материала. Чтобы получить температуру твердого вещества как функцию времени, использовали ту же экспериментальную процедуру для достижения теплового равновесия системы сушки для желаемых рабочих условий. Для обеспечения температуры образца использовался цифровой считыватель с термопарным датчиком, расположенный в центре лотка и не контактирующий с его нижней поверхностью. Мониторинг начинался после того, как термопара была вставлена и контактировала только с твердой фазой.

Теплопередачу также анализировали с учетом термического КПД, исходя из температуры воздушного потока на входе, на выходе из осушителя и температуры окружающей среды. Это уравнение включает в себя только измерения температуры воздуха во времени в разных местах.

В большинстве исследований по сушке диффузия обычно является основным механизмом, ответственным за транспортировку влаги к поверхности испаряемой твердой фазы. При диффузионном транспорте внутреннее сопротивление массопереносу контролирует время сушки, уменьшая скорость сушки. Уменьшение скорости переноса влаги можно математически проанализировать, применив модель диффузии второго закона Фика.

В большинстве исследований это соображение часто используется в полуэмпирических и эмпирических моделях тонкослойного подхода из-за простоты их использования, которая требует меньше информации, в отличие от сложных распределенных моделей, таких как теоретические модели.

Результаты и их обсуждение

Птичий помет имеет пастообразную структуру, высокую влажность (79%), pH 6,5 и реальную удельную массу $1,70 \text{ г/см}^3$. Однако в литературе удельная масса птичьего помета составляет от 0,92 до $0,96 \text{ г/см}^3$. [1]

В литературе встречаются значения pH от 6,35 до 8,4. Коровий и свиной навоз также имел значения pH от 6 до 7, что демонстрирует небольшую разницу в pH между основными типами навоза [6]. После высыхания навоз становится волокнистым, визуально пористым, уменьшенным в объеме, с поверхностными трещинами в физической структуре.

Результаты, полученные в результате экспресс-анализа в сухом веществе на содержание золы, летучих веществ и связанного углерода, составляют 29,58% (м/м), 65,11% (м/м) и 5,30% (м/м) соответственно. По данным, птичий помет имеет значительное содержание летучих веществ, демонстрирующих горючесть, так как биомасса животных может составлять от 40 до 75% [8]. С другой стороны, материал имеет высокую зольность, достигающую почти 30% в пересчете на сухое

вещество, что указывает на то, что большая часть материала, образующегося в результате сжигания, представляет собой продукты, не реагирующие на термический процесс. Содержание фиксированного углерода составляло около 5% в пересчете на сухое вещество, что актуально с термохимической точки зрения, поскольку более низкое содержание фиксированного углерода в биомассе означает более низкую температуру воспламенения.

Птичий помет обладает характеристиками, позволяющими использовать его в производстве биоэнергии. Однако для эффективного использования рекомендуется, чтобы в нем было пониженное содержание влаги. Таким образом, птичий помет можно применять для управления механизмами на ферме, включая правильное составление кормов, управление птичниками и утилизацию отходов.

На рисунке 1 изображены данные изменения влажности как функция от времени высыхания. Наблюдаемое поведение подтверждает явления конвективной сушки.

Данные показали уменьшение влажности с течением времени, представленное линейным поведением при испарении с поверхности птичьего помета (постоянная скорость), а затем еще одним нелинейным, что позволяет предположить, что диффузия воды внутри влажного материала (скорость убывания) контролирует процесс. Влага из навоза испаряется до определенной точки, оставаясь постоянной до конца высыхания, что указывает на термодинамическое равновесие.

Время достижения равновесия зависит от нескольких факторов. Для скорости осушающего воздуха $1,4 \text{ м/с}$ (рис. 1а) мы заметили, что при понижении температуры время высыхания значительно увеличивается, и для достижения равновесия влажности требуется больше времени. В этом исследовании время сушки заняло 225 минут при 80°C и 350 минут при 60°C . То же самое наблюдалось и при скорости воздуха $1,0 \text{ м/с}$ (рис. 1б) при изменении температуры от 80 до 60°C время равновесия также изменялось с 290 до 400 мин соответственно.

Кроме того, повышение температуры облегчает массоперенос, что приводит к большему испарению влаги, что обеспечивается увеличением тепловой энергии, передаваемой конвекцией от потока нагретого воздуха к поверхности влажного образца. Дополнительное увеличение тепловой энергии приводит к разрыву водных связей, облегчая отвод влаги.

С другой стороны, рисунок 1в и 1г показывают, что влияние скорости воздуха было менее выраженным по сравнению с влиянием температуры. Наблюдаемое поведение представляет собой перекрытие кривых. Это может указывать на то, что увеличение скорости произошло только за счет количества кинетической энергии, доступной для испарения воды, находящейся на внешней поверхности влажного образца, что привело к очень близ-

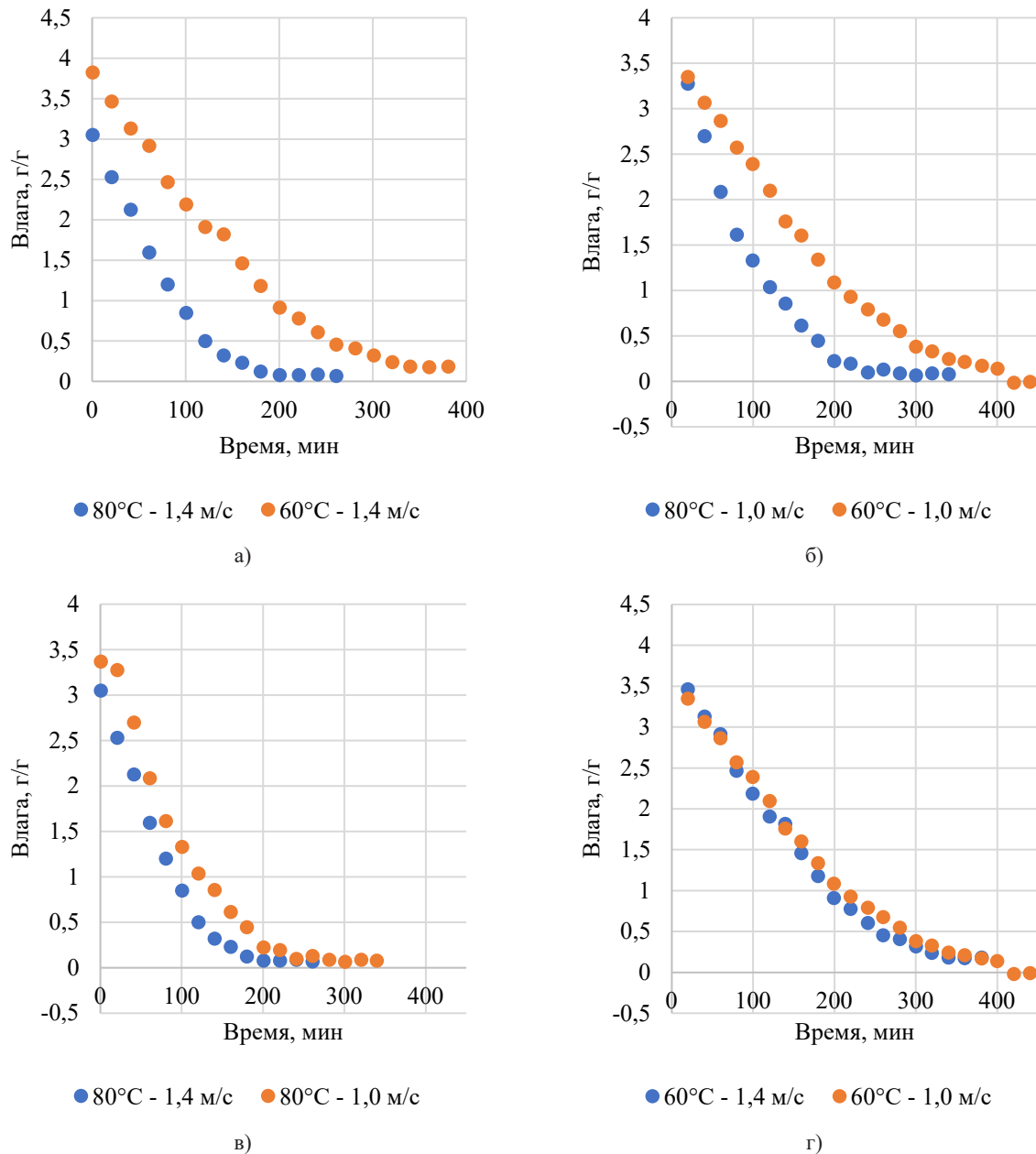


Рис. 1. Зависимости влажности птичьего помета от времени сушки, полученные при повышении температуры (а, б) и скорости (в, г)

кому времени высыхания для всех условий, использованных в этом исследовании.

Влажность птичьего помета (таблица 2) значительно снижается в рабочих условиях экспериментов по сушке. Горизонтальная конвективная сушилка сыграла важную роль при сушке птичьего помета: для условий эксплуатации 1,0 м/с и 80 °С снижение влажности было значительным и превышало 90%.

Результаты показывают важность определения характеристик и сушки птичьего помета для использования сухого продукта в качестве биомассы и для процессов термохимической конверсии. Было замечено, что сухой птичий помет имеет высокое содержание летучих веществ и низкое содержание связанного углерода, которые благоприятны для сжигания материала, делая его более реакци-

Таблица 2 – Данные начальной и конечной влажности для различных условий сушки воздуха

Рабочее состояние	Начальная влажность, %	Конечная влажность, %
1,0 м/с - 60 °С	75	12,3
1,0 м/с - 80 °С	74	4
1,4 м/с - 60 °С	80	22,3
1,4 м/с - 80 °С	77	7,2

онноспособным. С этой целью необходима сушка, поскольку влажность биомассы в процессе термохимической конверсии не выгодна для использования энергии, поскольку часть тепла, выделяемого в процессе сгорания, расходуется на испарение воды, присутствующей в материале.

Влияние сушки на снижение влажности существенно в зависимости от условий эксплуата-

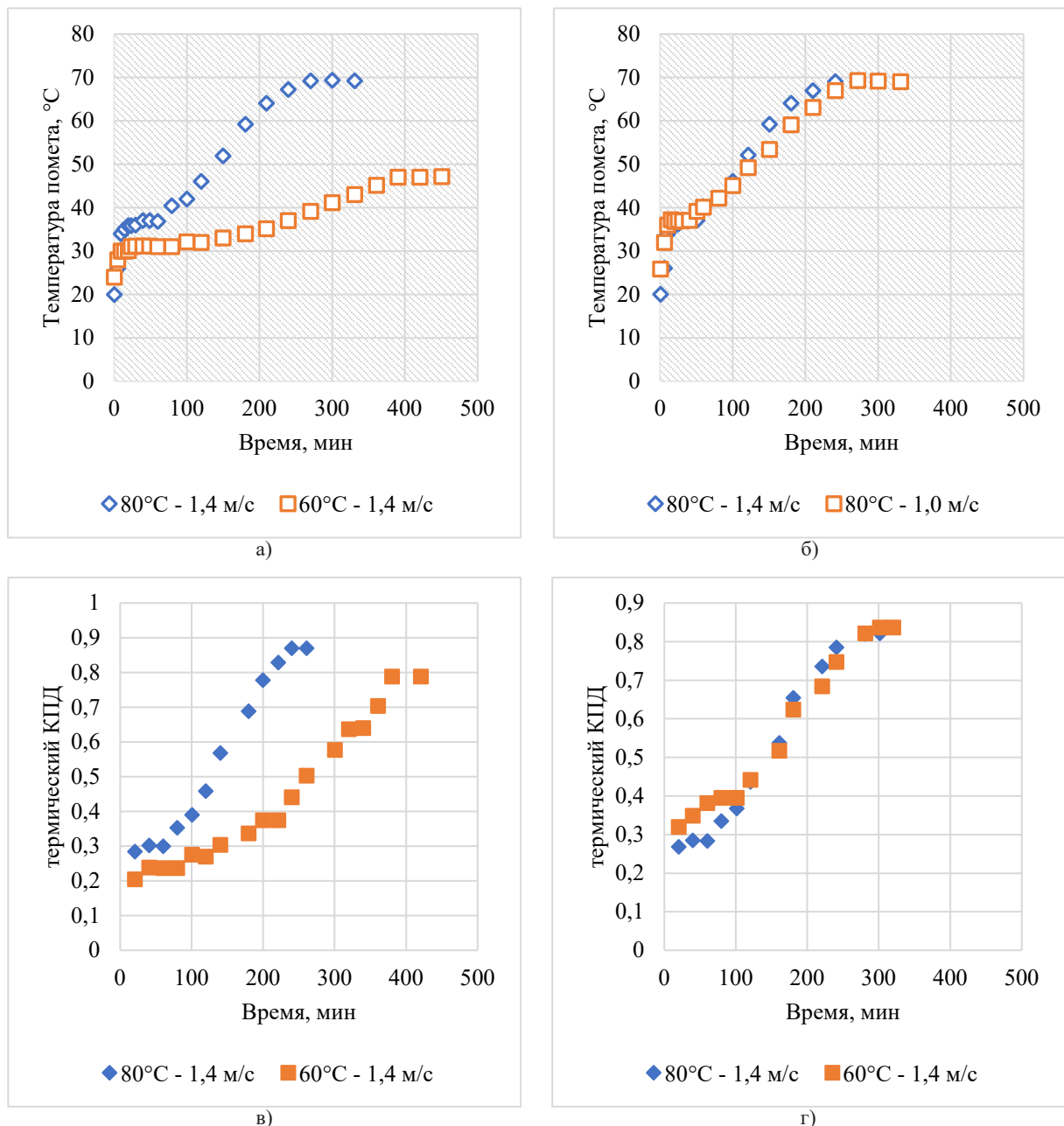


Рис. 2. Теплопередача в зависимости от времени сушки по температуре (а и б) и термическому КПД (в и г)

ции и характеристик биомассы. Таким образом, сушку необходимо оптимизировать, чтобы она учитывалась в энергетическом балансе, определяя экономико-финансовую целесообразность проекта и способствуя снижению влажности в твердом материале. Следовательно, предварительная сушка биомассы является важным шагом для улучшения качества биотоплива как биоэнергии.

На теплотворную способность существенно повлияли эксперименты по конвективной сушке в различных условиях. Результаты среднего значения выше $11 \pm 0,97$ МДж/кг, полученные в условиях сушки, согласуются со значениями в литературе [7]. Биомасса других животных, например, навоза крупного рогатого скота и свиней, имеет аналогичную теплотворную способность - 12,01 МДж/кг и 15,18 МДж/кг [9].

Тепло, передаваемое от воздушного потока

влажному материалу, анализировали путем мониторинга температуры птичьего помета (рис. 2).

Условиями эксплуатации для представленных данных являются скорость воздуха, равная 1,4 м/с, и постоянные температуры 80 °С и 60 °С на входе в осушитель. Рисунки позволяют выявить закономерность аналогичного поведения во всех изученных условиях, при которой происходит быстрый рост температуры и термической эффективности в начальный момент сушки и в последующем рост до тех пор, пока она не останется постоянной, что представляет собой равновесие сушки.

На рисунке 2а и 2б показано повышение температуры птичьего помета до достижения равновесия. На рисунке 2а показана температура птичьего помета 80 °С, достигающая более высокого уровня, чем при 60 °С, за счет тепловой энергии, подводимой к поверхности твердого вещества. Таким обра-

зом, сушка достигает равновесия быстрее, со временем близким к 220 и 360 мин для температур 80 и 60 °С соответственно (рис. 2а). Термический КПД по результатам, представленным на рисунке 2в и 2г показывают, что увеличение количества тепла, подаваемого в систему, также увеличивает теплопередачу, что приводит к тепловому КПД со значениями выше 80% (максимум). Кроме того, максимальный термический КПД достигался с повышением температуры быстрее за 252 и 390 мин для температур 80 °С и 60 °С соответственно (рис. 2в). Это происходит потому, что подаваемое тепло позволяет наиболее эффективно использовать его для сушки из-за разницы температур.

Выводы

В ходе данного исследования была проведена характеристика птичьего помета на основе экспресс-анализа и физического анализа. Используемый сырой птичий помет имеет высокое содержание влаги (79%) во влажном состоянии. Сухой навоз актуален для процессов сжигания, при этом экспресс-анализ в сухом веществе на содержание золы, летучих веществ и

связанного углерода составляет 29,58% (м/м), 65,11% (м/м) и 5,30% (м/м). Что касается процесса сушки, влияние температуры имело большее влияние, чем скорость воздуха. Увеличение температуры сушки облегчает массоперенос, что приводит к большему испарению влаги. Снижение влажности было значительным и составило более 90% в рабочих условиях 1,0 м/с при 80 °С и 1,4 м/с при 80 °С. Таким образом, сушка проводилась за меньшее время и снижала содержание влаги в птичьем помете до значений ниже 8% в пересчете на сырую массу. С точки зрения энергетики сухой птичий помет представляет собой перспективную биомассу со средней теплотой сгорания выше 11 МДж/кг. Результаты показали, что знание физических, энергетических свойств и свойств сушки позволяет упростить прогнозирование сушки биомассы с целью получения энергии. Таким образом, данное исследование способствует разработке такого оборудования, как сушилки в сочетании с термохимическими реакторами, и показывает, что сухой птичий помет обладает благоприятными энергетическими качествами в качестве источника тепловой энергии на фермах с перспективой выработки электроэнергии для покрытия части энергопотребления птицеводством.

Литература

- [1] Вербицкий С. Утилизируем птичий помет с выгодой //Животноводство России. – 2019. – №. 7. – С. 19-26.
- [2] Гарзанов А. Л., Дорофеева О. А. Производство энергоресурсов и минеральных удобрений из органических отходов птицеводства // АгроЭкоИнженерия. – 2018. – №. 2 (95). – С. 216-227.
- [3] Ковальский К. Ю. и др. Влияние диатомита и птичьего помета на физико-химические свойства серой лесной почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур //Нива Поволжья. – 2022. – №. 1 (61). – С. 01005.
- [4] Назырова Ф. И., Гарипов Т. Т. Влияние различных доз доломитовой муки в комплексе с органическими удобрениями на физико-химические свойства серой лесной почвы //Экобиотех. – 2018. – Т. 1. – №. 3. – С. 119-123.
- [5] Чекаев Н. П. Агроэкологическая оценка применения куриного помета в качестве удобрения //Плодородие. – 2009. – №. 3. – С. 13-14.
- [6] Chen G. et al. Comparison of kinetic analysis methods in thermal decomposition of cattle manure by thermogravimetric analysis //Bioresource Technology. – 2017. – Т. 243. – С. 69-77.
- [7] Junga R. et al. Experimental tests of co-combustion of laying hens manure with coal by using thermogravimetric analysis //Renewable Energy. – 2017. – Т. 111. – С. 245-255.
- [8] Lynch D. et al. Utilisation of poultry litter as an energy feedstock //Biomass and bioenergy. – 2013. – Т. 49. – С. 197-204.

References

- [1] Verbitsky S. We dispose of bird droppings profitably // Animal husbandry of Russia. – 2019. – No. 7. – pp. 19-26.
- [2] Garzanov A.L., Dorofeeva O.A. Production of energy resources and mineral fertilizers from organic poultry waste //AgroEcoEngineering. – 2018. – No. 2 (95). – pp. 216-227.
- [3] Kovalsky K. Yu. et al. The influence of diatomite and bird droppings on the physical and chemical properties of gray forest soil and the productivity of agricultural crops // Niva Povolzhya. – 2022. – No. 1 (61). – S. 01005.
- [4] Nazyrova F.I., Garipov T.T. The influence of different doses of dolomite flour in combination with organic fertilizers on the physical and chemical properties of gray forest soil // Ecobiotech. – 2018. – T. 1. – No. 3. – pp. 119-123.
- [5] Chekaev N.P. Agroecological assessment of the use of chicken manure as a fertilizer // Fertility. – 2009. – No. 3. – pp. 13-14.
- [6] Chen G. et al. Comparison of kinetic analysis methods in thermal decomposition of cattle manure by thermogravimetric analysis //Bioresource Technology. – 2017. – T. 243. – P. 69-77.
- [7] Junga R. et al. Experimental tests of co-combustion of laying hens manure with coal by using thermogravimetric analysis //Renewable Energy. – 2017. – T. 111. – P. 245-255.
- [8] Lynch D. et al. Utilization of poultry litter as an energy feedstock //Biomass and bioenergy. – 2013. – T. 49. – P. 197-204.

[9] Zhou S. et al. The influence of manure feedstock, slow pyrolysis, and hydrothermal temperature on manure thermochemical and combustion properties //Waste management. – 2019. – Т. 88. – С. 85-95.

[9] Zhou S. et al. The influence of manure feedstock, slow pyrolysis, and hydrothermal temperature on manure thermochemical and combustion properties //Waste management. – 2019. – Т. 88. – P. 85-95.

Сведения об авторах

Information about the authors

Потапов Максим Александрович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440045, Пенза, ул. Ульяновская, д. 36, кв. 37 Тел.: +7(962) 473-86-96 E-mail: makcpotapov@mail.ru	Potapov Maxim Alexandrovich postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(962) 473-86-96 E-mail: makcpotapov@mail.ru
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

Перспективы применения птичьего помета в виде органического удобрения в сельском хозяйстве

Потапов М.А., Фролов Д.И.

Аннотация. Птицеводство является одной из крупнейших и наиболее быстро развивающихся агропромышленных отраслей в мире. Это можно объяснить увеличением спроса на продукты из мяса птицы и яиц. Однако основной проблемой, с которой сталкивается птицеводство, является крупномасштабное накопление отходов, включая навоз и подстилку, которые могут создать проблемы с утилизацией и загрязнением, если не будут разработаны экологически и экономически устойчивые технологии управления. Большая часть подстилки, производимой птицеводством, в настоящее время вносится на сельскохозяйственные угодья в качестве источника питательных веществ и удобрения почвы. Однако загрязнение окружающей среды в результате вымывания питательных веществ и загрязняющих веществ может произойти, когда птичий помет применяется в почвенных и климатических условиях, которые не благоприятствуют агрономическому использованию питательных веществ, содержащихся в навозе. В статье рассматривается состав птичьего помета с точки зрения содержания питательных веществ и загрязнителей окружающей среды, его ценность как источника питательных веществ, удобрения почвы, корма для животных и источника топлива, а также экономически эффективные инновационные технологии для повышения его ценности. Птичий помет является основным источником азота, фосфора и микроэлементов для растениеводства и эффективен в повышении физического и биологического плодородия, что указывает на то, что земледелие остается основным вариантом использования этого ценного ресурса. В обзоре предлагаются передовые методы управления для смягчения экологических последствий, связанных с параметрами качества воздуха и воды, на которые влияет земледелие, с целью поддержания постоянной производительности, прибыльности и устойчивости птицеводческой отрасли.

Ключевые слова: птичий помет, питательные вещества, микроэлементы, управление, удобрение.

Для цитирования: Потапов М.А., Фролов Д.И. Перспективы применения птичьего помета в виде органического удобрения в сельском хозяйстве // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 2. С. 34–38.

Prospects for the use of poultry manure as an organic fertilizer in agriculture

Potapov M.A., Frolov D.I.

Abstract. Poultry farming is one of the largest and fastest growing agro-industrial sectors in the world. This can be attributed to the increasing demand for poultry meat and egg products. However, the major challenge facing the poultry industry is the large-scale accumulation of waste, including manure and litter, which can create disposal and pollution problems unless environmentally and economically sustainable management technologies are developed. Much of the litter produced by the poultry industry is currently applied to agricultural land as a source of nutrients and soil fertilizer. However, environmental contamination through leaching of nutrients and pollutants can occur when poultry litter is applied under soil and climatic conditions that are not conducive to agronomic utilization of the nutrients contained in the manure. This article discusses the composition of poultry manure in terms of nutrient and environmental pollutant content, its value as a source of nutrients, soil fertilizer, animal feed and fuel source, and cost-effective innovative technologies to enhance its value. Poultry litter is a major source of nitrogen, phosphorus and micronutrients for crop production and is effective in increasing physical and biological fertility, indicating that farming remains the primary option for utilizing this valuable resource. The review suggests best management practices to mitigate environmental impacts associated with air and water quality parameters affected by farming in order to maintain continued productivity, profitability and sustainability of the poultry industry.

Keywords: poultry litter, nutrients, micronutrients, management, fertilizer.

For citation: Potapov M.A., Frolov D.I. Prospects for the use of poultry manure as an organic fertilizer in agriculture. *Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]*. 2024. Vol. 11. No. 2. pp. 34–38. (In Russ.).

Введение

Неконтролируемое и чрезмерное использование химических удобрений и пестицидов для повышения урожайности в сельском хозяйстве стало серьезной проблемой в мире [1]. Почва представляет собой динамическую систему из-за присутствия микроорганизмов и их биохимической деятельности, высвобождающей в почве множество ферментов, которые стабилизируются в почве путем связывания с компонентами почвы. Для повышения экономических показателей почва бесконтрольно подвергается воздействию агрохимикатов с целью увеличения урожайности, уменьшения инфекций и вредителей сельскохозяйственных культур, повышения плодородия почвы. Птичий помет является богатым органическим навозом, поскольку твердые и жидкие экскременты выделяются вместе [2]. В свежих выделениях птицы больше всего мочевой кислоты или уратов. Обильные азотистые соединения (40-70 процентов общего азота), тогда как мочевина и аммоний присутствуют в небольших количествах [3]. Глубокая подстилка для птицы при добавлении экскрементов становится влажной, но остается аэробной [4]. Аэробная ферментация происходит с выделением тепла и потерей некоторого количества CO₂ и аммиака. Пищевая ценность необработанного птичьего помета быстро снижается. Глубокая подстилка, содержащая более 22% влаги, при хранении на открытом воздухе быстро теряет азот из-за высокой активности протеолиза. Следовательно, необходима немедленная обработка птичьего помета, чтобы предотвратить его быстрое разложение и сохранить его питательные свойства.

Фермерский навоз и птичий помет можно эффективно использовать в сочетании с удобрениями [5]. Несмотря на то, что птичий помет содержит больше питательных веществ, чем другие навозы, исследовательских работ по птичьему помету меньше по сравнению с навозом. В этом контексте важное значение приобретает обзор доступной литературы относительно влияния птичьего помета на урожайность и качество сельскохозяйственных культур, наличие питательных веществ, остаточный эффект и компостирование [6].

Питательная ценность птичьего помета значительно варьируется в зависимости от условий его переработки [7]. Соотношение подстилки и навоза, а также содержание влаги вызывали значительные различия в навозе из разных птичников. Птичий помет используется в качестве источника N, P и K, но подстилка также содержит Ca, Mg, S и некоторые

микроэлементы. В свежих пометах домашней птицы мочевая кислота или ураты были наиболее распространенным соединением азота (40-70 процентов от общего азота), тогда как мочевина и аммоний присутствовали в небольших количествах.

Пищевая ценность переработанного птичьего помета быстро снижается. Глубокая подстилка с содержанием влаги 22% при хранении на открытом воздухе быстро теряет азот из-за высокой фотолитической активности [8]. Поэтому было предложено немедленно переработать птичий помет, чтобы предотвратить его быстрое разложение. Во время хранения могут произойти значительные потери азота. В помете мясной птицы обнаружены потери до 30 процентов.

Подстилка от птиц, выращенных на напольном подьеме (бройлеров, индеек, молодняк бройлеров) состоит в основном из помета и подстилки (обычно древесной стружки или опилок). Остальные компоненты помета составляют перья и отходы корма. Птичий помет, состоящий только из фекальных пометов, характерен для клеток, содержащих только фекальные пометы, для птиц-несушек и бройлеров, содержащихся в клетках.

Чтобы максимизировать питательную ценность птичьего помета, его нужно вносить в почву сразу. От сорока до 70 процентов общего азота доступно в течение первых шести недель. Оставшийся азот будет медленно высвобождаться по мере разложения органических остатков и потребует более одного вегетационного периода. Фосфор в курином помете находится преимущественно в органической форме и становится доступным гораздо медленнее, чем азот, что напрямую связано со скоростью разложения навоза и его связывающими свойствами в почве. Отходы птицеводческих и животноводческих ферм являются основной причиной устойчивости бактерий к антибиотикам на сельскохозяйственных угодьях. Исследование, в ходе которого были изучены образцы почвы на сельскохозяйственных угодьях, куда сбрасывались отходы птицеводства, обнаружило высокий уровень бактерий, таких как E-coli, Klebsiella pneumoniae и т. д. [9]

Одной из альтернатив решения проблемы утилизации птичьего помета является вынесение птичьего помета за пределы производственных площадей в районы растениеводства. Транспортировка птичьего помета от птицефабрик к местам растениеводства изучалась в статьях. Сообщается, что это выгодно для перевозки птичьего помета, но расстояние, на которое его можно перевезти, в значительной степени зависит от совокупных затрат на

транспортировку, помет, погрузку и разбрасывание. Первым шагом для оценки потенциала использования птичьего помета в качестве питательных веществ для сельскохозяйственных культур является выявление территорий с избытком и дефицитом. В округах с избытком навоза производится больше, чем можно использовать в растениеводстве в качестве питательных веществ. В округах с дефицитом навоза можно транспортировать из округов с избытком и использовать в растениеводстве. Теоретически, транспортировка птичьего помета должна осуществляться в пределах одного региона (округа), а также от профицитных районов к районам с дефицитом, если это экономически целесообразно [10].

Расстояние безубыточности показывает расстояние от мест производства птичьего помета до сельскохозяйственных полей, где внесение птичьего помета одинаково выгодно, как и химические удобрения. Расстояние зависит от стоимости химических удобрений, стоимости погрузки птичьего помета, стоимости транспортировки птичьего помета, стоимости разбрасывания птичьего помета, содержания питательных веществ в навозе и количества удобрений, рекомендуемого для культуры на данной площади [11].

Питательные вещества – не единственные компоненты отходов птицеводства, которые могут оказывать воздействие на окружающую среду. Пестициды, используемые для борьбы с насекомыми в птичниках, а также тяжелые металлы, антибиотики, используемые в качестве кормовых добавок в пищевых целях или в целях борьбы с болезнями, также вызывают озабоченность. Однако было проведено ограниченное исследование судьбы этих компонентов отходов после их применения в сельскохозяйственных почвах. Разложение и мобильность пестицидов в почвах представляют собой вопросы, представляющие большой интерес. В большинстве исследований оценивалась судьба пестицидов, непосредственно вносимых в почву для борьбы с сорняками, насекомыми или патогенами. Одним из примеров пестицида, используемого в птицеводстве, является циромазин, который смешивается с кормом для птицы и вводится через животное для борьбы с популяциями мух в бройлерных птичниках. Недавние предварительные исследования показали, что обильное внесение навоза и интенсивные осадки могут привести к потерям циромазина со стоками. Антибиотики включают такие соединения, как салиномицин, стрептомицин, тетрациклин и террамицин. Было проведено очень мало исследований о воздействии любого из этих химикатов на окружающую среду после внесения в почву навоза или подстилки, содержащей их [12].

Основными компонентами птичьего помета являются подстилка, перо, навоз. Подстилка содержит питательные вещества для растений, такие как N, P и K, микроэлементы, такие как Cu, Zn и As, остатки пестицидов, фармацевтические препара-

ты, эндокринные разрушители и микроорганизмы. Было показано, что, как и в случае с другими органическими отходами, содержание влаги, pH, уровень растворимых солей и элементный состав птичьего помета и подстилки широко варьируются в зависимости от типа птицы, рациона и диетических добавок, типа подстилки, а также от обращения и хранения.

Птичий помет состоит из подстилки, смешанной с навозом, перьями, водой и отходами корма, накопившимися в ходе производственного цикла. Подстилочный материал в основном состоит из биомассы с высоким содержанием углерода, что способствует повышению энергетической ценности подстилки. Используемые материалы включают солому, опилки, древесную стружку, измельченную бумагу и шелуху арахиса или риса. Благодаря высокому содержанию питательных веществ для растений, это ценное органическое удобрение, обеспечивающее растения питательными веществами, такими как азот (N), фосфор (P) и калий (K). Внесение остатков птичьего помета в почву сельскохозяйственных культур увеличит количество органических веществ и, как следствие, водоудерживающую способность почвы, а также улучшит ее обработку. Однако одним из основных рисков, связанных с сельскохозяйственной деятельностью, является дисбаланс N и P в птичьем помете. Эти два питательных вещества в птичьем помете не находятся в той пропорции, которая необходима сельскохозяйственным культурам. Анализ почвы важен для определения соответствующего баланса NPK и Ca для желаемой культуры, и, хотя птичий помет содержит много ценных макроэлементов, содержащихся в дорогих коммерческих удобрениях, соотношения NPK могут не идеально соответствовать потребностям почвы в питательных веществах. Существует множество различных вариантов утилизации мусора, включая внесение мусора в почву в качестве органического удобрения [13].

Выводы

В статье обсуждались общие рекомендации по использованию птичьего помета. Птичий помет является хорошим органическим источником питательных веществ для выращивания сельскохозяйственных культур, таких как кукуруза. Однако потеря азот (N) из-за улетучивания аммиака является серьезной проблемой при обработке и внесении птичьего помета в почву. Эти потери можно свести к минимуму за счет правильного процесса компостирования с использованием органических добавок, таких как солома зерновых. Успех использования птичьего помета как ценного источника питательных веществ и кондиционера почвы зависит от разработки технологий получения единой продукции с добавленной стоимостью и разработки оборудования для единого применения отходов в полевых условиях [14]. Чтобы

максимизировать использование птичьего помета, необходимо изучить реакцию пастбищных, пахотных и садовых культур, а также видов лесоводства на использование отходов птицеводства и их благотворное влияние на физические и химические свойства почвы. Биодоступность питательных веществ и тяжелых металлов и их попадание в поверхност-

ные и грунтовые воды под влиянием скорости внесения птичьего помета требует дальнейшего изучения, а также лучших методов управления для конкретного участка для безопасного и полезного использования.

Литература

- [1] Смирнова В. С. Влияние антропогенного загрязнения на состояние окружающей среды и качество получаемой продукции // *Инновации в развитии экологического образования населения. Кластерный подход.* – 2013. – С. 171-176.
- [2] Леденева А. Р., Гненный Е. Ю., Мазыкина Е. А. Организация и технология заготовки, хранения и внесения органических удобрений // *Вопросы современной науки: новые достижения.* – 2022. – С. 32-35.
- [3] Сакен А. К., Фаткуллин Р. Р. Азот как питательный компонент в составе куриного помета // *Аграрная наука-сельскому хозяйству.* – 2020. – С. 295-296.
- [4] Рожкова-Тимина И. О. Влияние отходов производства продукции животноводства на окружающую среду // *Актуальные задачи сельскохозяйственной науки и пути их решения на современном этапе.* – 2020. – С. 94-103.
- [5] Левченко Г. В. и др. Состояние погрузки органических удобрений в сельском хозяйстве // *Международный научно-исследовательский журнал.* – 2016. – №. 1-3 (43). – С. 15-17.
- [6] Кирюшин В. И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // *Достижения науки и техники АПК.* – 2016. – Т. 30. – №. 3. – С. 19-25.
- [7] Суховеркова В. Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* – 2016. – №. 9 (143). – С. 45-55.
- [8] Сиппель И. Я. Утилизация органических отходов агропромышленного производства на территории инновационно-производственного центра «ИННОКАМ» // *Современные проблемы управления и регулирования.* – 2018. – С. 39-59.
- [9] Запечалов М. В., Бердышев А. М., Запечалов С. М. Обезвоживание птичьего помета перед его переработкой // *Аграрный вестник Урала.* – 2013. – №. 1 (107). – С. 43-44.
- [10] Седых В. А., Карауш П. Ю. Перспективы создания органических удобрений с заданными свойствами на основе птичьего

References

- [1] Smirnova V. S. The influence of anthropogenic pollution on the state of the environment and the quality of the resulting products // *Innovations in the development of environmental education of the population. Cluster approach.* – 2013. – P. 171-176.
- [2] Ledeneva A. R., Gnenny E. Yu., Mazykina E. A. Organization and technology of procurement, storage and application of organic fertilizers // *Issues of modern science: new achievements.* – 2022. – P. 32-35.
- [3] Saken A.K., Fatkullin R.R. Nitrogen as a nutritional component in chicken manure // *Agricultural Science-Agriculture.* – 2020. – P. 295-296.
- [4] Rozhkova-Timina I. O. The influence of livestock production waste on the environment // *Current problems of agricultural science and ways to solve them at the present stage.* – 2020. – P. 94-103.
- [5] Levchenko G.V. et al. The state of loading of organic fertilizers in agriculture // *International scientific research journal.* – 2016. – No. 1-3 (43). – pp. 15-17.
- [6] Kiryushin V.I. Mineral fertilizers as a key factor in the development of agriculture and optimization of environmental management // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* – 2016. – T. 30. – No. 3. – pp. 19-25.
- [7] Sukhoverkova V. E. Methods of disposal of bird droppings presented in modern patents // *Bulletin of the Altai State Agrarian University.* – 2016. – No. 9 (143). – P. 45-55.
- [8] Sippel I. Ya. Utilization of organic waste from agro-industrial production on the territory of the innovation and production center «INNOKAM» // *Modern problems of management and regulation.* – 2018. – P. 39-59.
- [9] Zapevalov M.V., Berdyshev A.M., Zapevalov S.M. Dehydration of poultry manure before processing // *Agrarian Bulletin of the Urals.* – 2013. – No. 1 (107). – pp. 43-44.
- [10] Sedykh V. A., Karaush P. Yu. Prospects for creating organic fertilizers with desired properties based on bird droppings (review) // *Fertility.* – 2010. – No. 6. – pp. 14-16.
- [11] Zapevalov M.V., Zapevalov S.M. Processing of poultry manure to produce electrical, thermal energy and complex organic-mineral fertilizer // *Bulletin of the Chelyabinsk State Agroengineering Academy.* – 2014. – T. 67. – No. 1. – pp. 45-49.
- [12] Artiomoova L. Influence of antibiotic resistance of soil microorganisms on food safety // *Fundamental*

- помета (обзор) //Плодородие. – 2010. – №. 6. – С. 14-16.
- [11] Запевалов М. В., Запевалов С. М. Переработка птичьего помета с получением электрической, тепловой энергии и комплексного органо-минерального удобрения //Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 67. – №. 1. – С. 45-49.
- [12] Артиомова Л. Влияние антибиотикорезистентности почвенных микроорганизмов на пищевую безопасность // Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании. – 2022. – С. 105-108.
- [13] Азнагулов Д. Р., Миниغازимов Н. С., Мавлютова Э. Ф. Исследование возможности использования компостов из органических компонентов твердых коммунальных отходов в качестве органических удобрений // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2018. – Т. 14. – №. 4. – С. 78-83.
- [14] Белюченко И. С. Применение сложных компостов для повышения плодородия почв // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2016. – Т. 12. – №. 1. – С. 55-69.
- and applied aspects of microbiology in science and education. – 2022. – P. 105-108.
- [13] Aznagulov D. R., Minigazimov N. S., Mavlyutova E. F. Study of the possibility of using composts from organic components of solid municipal waste as organic fertilizers // Ecological Bulletin of the North Caucasus. – 2018. – T. 14. – No. 4. – pp. 78-83.
- [14] Belyuchenko I. S. Application of complex composts to increase soil fertility // Ecological Bulletin of the North Caucasus. – 2016. – T. 12. – No. 1. – pp. 55-69.

Сведения об авторах

Information about the authors

Потапов Максим Александрович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440045, Пенза, ул. Ульяновская, д. 36, кв. 37 Тел.: +7(962) 473-86-96 E-mail: makcpotapov@mail.ru	Potapov Maxim Alexandrovich postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(962) 473-86-96 E-mail: makcpotapov@mail.ru
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

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 339.1

Особенности производства халяльной продукции

Зимняков В.М., Шабает Р.Р.

Аннотация. В статье отмечается рост интереса к продукции «Халяль» как со стороны потребителей, так и со стороны производителей. На сегодняшний день эта продукция является новым и постоянно расширяющимся сегментом продовольственного рынка с учетом увеличивающейся численности мусульманского населения и его потребности в продукции, произведенной под контролем и надзором специалистов и экспертов. Производство мясной продукции халяль находится в сфере сертификации халяль. Одно из главных условий производства халяльной продукции – чистота. Это относится к используемому сырью, производственному процессу, гигиене и призвано обеспечить высокое качество и свежесть выпускаемых продуктов питания. Рынок продукции и услуг халяль растет во всем мире, чему способствует не только рост численности мусульманского населения, но и тренд на здоровое и экологически чистое питание. Российские производители все больше внимания обращают на этот рынок, запуская линии производства продукции халяль различных продуктовых сегментов. Халяль – это, прежде всего, безопасность, чистота, полезность для здоровья человека, отсутствие в продуктах питания вредных консервантов и добавок, соответствие требованиям срока годности и хранения. Мусульманское сообщество создало систему проверок, которыми занимается комитет по стандарту «Халяль» при Духовном управлении мусульман. Мясная продукция «Халяль» является экологически чистым продуктом, что обусловлено особенностями производства и переработки продукции. В настоящее время производители халяльных продуктов наращивают темпы выпуска данной продукции.

Ключевые слова: халяль, халяльная продукция, производство, ветеринарно-санитарная экспертиза, спрос, знак «Халяль».

Для цитирования: Зимняков В.М., Шабает Р.Р. Особенности производства халяльной продукции // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 2. С. 39–44.

Features of production of halal products

Zimnyakov V.M., Shabaev R.R.

Abstract. The article notes the growing interest in Halal products from both consumers and manufacturers. Today, these products are a new and constantly expanding segment of the food market, taking into account the increasing number of the Muslim population and its need for products produced under the supervision and supervision of specialists and experts. The production of halal meat products is in the field of halal certification. One of the main conditions for the production of halal products is cleanliness. This applies to the raw materials used, the production process, hygiene and is designed to ensure the high quality and freshness of the food products produced. The market for Halal products and services is growing all over the world, which is facilitated not only by the growth of the Muslim population, but also by the trend towards healthy and environmentally friendly food. Russian manufacturers are paying more and more attention to this market, launching production lines for halal products of various product segments. Halal is, first of all, safety, purity, usefulness to human health, the absence of harmful preservatives and additives in food, compliance with the requirements of shelf life and

storage. The Muslim community has created a system of checks, which are handled by the Halal Standard Committee under the Muslim Spiritual Administration. Halal meat products are an environmentally friendly product, which is due to the peculiarities of production and processing of products. Currently, manufacturers of halal products are increasing the pace of production of these products.

Keywords: halal, halal products, production, veterinary and sanitary expertise, demand, «Halal» sign.

For citation: Zimnyakov V.M., Shabaev R.R. Features of production of halal products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 2. pp. 39–44. (In Russ.).

Введение

На фоне существующих экономических проблем в России некоторые сегменты рынка, в том числе рынок халяль, имеют возможность развития. Если абстрагироваться от кризисных явлений, присущих всем секторам экономики, рынок халяль развивается за счет роста мусульманского населения, миграции из мусульманских стран, а также все еще доброжелательных отношений со странами, где исламский фактор имеет высокое значение, в том числе это арабские, азиатские и африканские государства [15].

В России наблюдается рост интереса к продукции «Халяль» как со стороны потребителей, так и со стороны производителей. Повышенные требования предъявляются к чистоте рабочего пространства и сотрудникам. На предприятии должна работать специальная комиссия по контролю процесса производства, прошедшая предварительное обучение по стандарту «Халяль». Такой скрупулезный подход к производству позволяет получить на выходе продукты высокого качества. Все это увеличивает время производства и отражается на стоимости продукции, однако, чистота продукта обуславливает высокий спрос на «Халяль» [10].

Целью работы является изучение особенностей производства халяльной продукции.

Объекты и методы исследования

Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований. Методикой исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные общностью системного подхода к проблемам производства халяльной продукции.

Результаты и их обсуждение

Производство мясной продукции, соответствующей религиозным требованиям халяль, на сегодняшний день является новым и постоянно расши-

ряющимся сегментом продовольственного рынка с учетом увеличивающейся численности мусульманского населения и его потребности в продукции, произведенной под контролем и надзором специалистов и экспертов в сфере сертификации халяль [1].

Отечественные производители продуктов питания все более активно осваивают нишу халяльных (разрешенных для мусульман) продуктов – этот сегмент рынка продовольствия сегодня быстро растет во всем мире и привлекает новых игроков из числа ведущих агрохолдингов. [12].

Стратегической задачей государства является обеспечение мясной продукцией всех слоев населения вне зависимости от религиозных соображений потребителя. Особое внимание при контроле качества мясных продуктов, заявленных как халяльные, заслуживает контроль видовой принадлежности сырья, входящего в состав уже готового к употреблению продукта [6, 13].

Во всем мире очень популярна здоровая пища, на Западе довольно популярна концепция органической еды – натуральная пища без вредных искусственных компонентов. Для России это не менее актуальная тема, где здоровое питание становится все более востребованным. Тренд на товары со знаком качества «Халяль» становится все более популярным не только в мусульманской части страны [14].

Проведен опрос потребителей халяльной продукции [11]. На вопрос «Что означает слово Халяль?» 78% опрошенных выбрали ответ «соблюдение традиции», среди них преобладают мусульмане (96,15%), 65% респондентов приобретают продукцию халяль потому, что она является натуральным продуктом и 57% покупают данную продукцию, поскольку на нее дается гарантия качества (рис. 1).

Далее покупателям предлагалось оценить по 8-балльной шкале критерии, которые они учитывают при выборе продукции халяль. Наибольшую оценку получили такие критерии, как свежесть продукта (7,3 балла), состав (5,9 балла), производитель (5,5 балла). Остальные критерии (цена, привлекательность упаковки, вес изделия, срок годности, внешний вид и известность упаковки) получили менее 5 баллов (рис. 2).

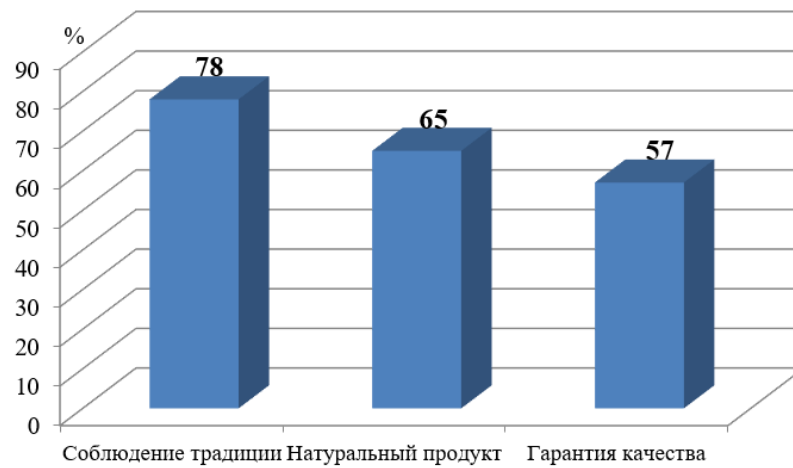


Рис. 1. Ассоциации потребителей, вызванные словом халяль

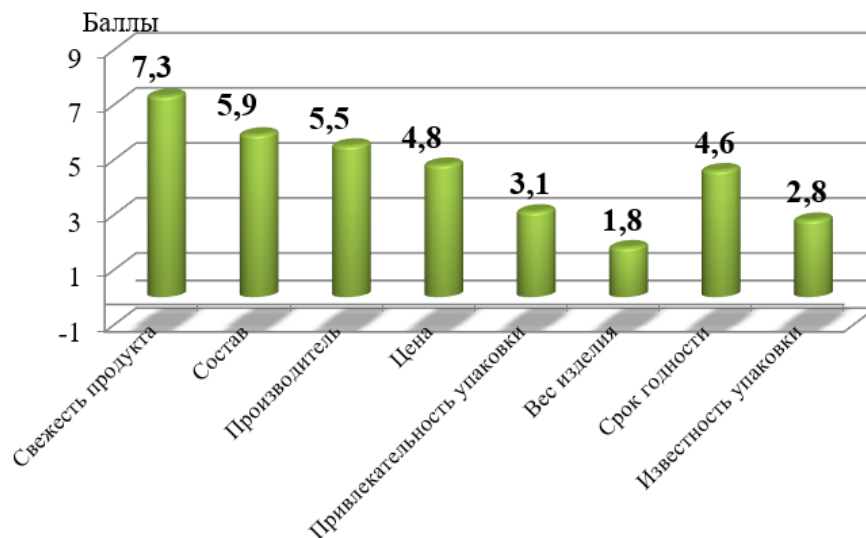


Рис. 2. Распределение степени важности характеристик продукции халяль, баллы

Интерес к продуктам «Халяль» среди покупателей растет из года в год, и производители готовы откликнуться на спрос в этом товарном сегменте продуктами из мяса птицы, учитывающими строгие требования стандарта «Халяль». Одно из главных условий производства такой продукции – чистота. Это относится к используемому сырью, производственному процессу, гигиене и призвано обеспечить высокое качество и свежесть выпускаемых продуктов питания. [3].

Халяль – продукция, приготовленная с учетом всех мусульманских канонов, одно из наиболее активно развивающихся направлений на рынке продуктов питания. Причем рынок продукции и услуг халяль растет во всем мире, чему способствует не только рост численности мусульманского населения, но и тренд на здоровое и экологически чистое питание. Российские производители все больше внимания обращают на этот рынок, запуская линии производства продукции халяль различных продуктовых сегментов [2].

В настоящее время, на территории нашей страны проживает около 20 миллионов мусульман, большая часть из них придерживается строгих религиозных правил. Поэтому беспрестанно растёт

количество предприятий, ориентированных на выпуск продукции с маркировкой «Халяль». Многие крупные мясокомбинаты переориентировались на производство такой продукции. Однако в погоне за прибылью недобросовестные производители выпускают продукцию под маркировкой «Халяль» не соответствующую стандарту качества, что ведет к необходимости усиления контроля качества продукции. [9].

Сегодня халяльная продукция является одной из перспективных и развивающихся отраслей в мире. На российском рынке мясоедов растет спрос на халяльные продукты, что происходит не только за счет верующих мусульман, но и представителей других религий. Халяльные потребители – это люди, которые предпочитают качественную и здоровую продукцию. Производство мясopодуkтов, отвечающих определенным религиозным требованиям, сегодня является качественно новым сегментом рынка, который практически не занят и постоянно развивается. Прежде всего, продукты халяль – это мясopодуkты. Для них используются специальные критерии [7] (рис.3).

Одним из критериев продукции «Халяль» является проверка животных на болезни. При произ-



Рис. 3. Критерии продукции «Халаль»

водстве продукции убоа необходимо строго соблюдать требования к убою животных и птицы (тазкия) в соответствии с исламским правом, стандартами «Халаль» и требованиями ветеринарного законодательства Российской Федерации. Все устройства, инструменты, производственные линии и сопутствующие материалы, используемые для приготовления пищи халаль, должны быть чистыми и не должны быть изготовлены или содержать материал, не относящийся к халаль [1, 2]. Мясные продукты «Халаль» – это продукты, изготовленные по специальным технологиям, предусматривающим щадящее отношение к животному во время убоа, который производят мусульмане, достоверное отсутствие у животного перед убоем заболеваний, которые могут принести вред здоровью людей, наиболее полное удаление крови естественным способом, тщательное соблюдение гигиенических правил на всех этапах производства продукции [3].

Производители с добровольным сертификатом «Халаль» имеют следующие преимущества (рис. 4).

Знак «Халаль» служит дополнительной гарантией качества, а значит, помогает завоевывать доверие потребителя. Спрос на халальную продукцию, в том числе из мяса птицы, во всем мире растет с каждым годом, благодаря ее конкурентным преимуществам. И сейчас у российских производителей

есть реальная возможность нарастить объемы производства и выйти на рынки других стран, развивая экспорт [4]. Преимущества производителя с добровольным сертификатом «Халаль» дают повышение доверительного отношения со стороны потребителей.

Однако, несмотря на благоприятное отношение потребителей к мясной продукции халаль необходимо постоянно укреплять это отношение, так как на рынке мясной продукции халаль у предприятия есть множество конкурентов, предлагающих аналогичную продукцию по доступным ценам с соблюдением всех необходимых условий, предъявляемых к продукции халаль [11].

Стремление к качественной и безопасной пище является естественным желанием потребителя, а рост мусульманского населения диктует также необходимость соответствия продуктов питания религиозным нормам. Популярность продукции «халаль» в настоящее время все же является золотой жилой для недобросовестных предпринимателей. А что касается потребителей, то можно составить для них следующие рекомендации:

1. Всегда старайтесь четко понимать, какой именно производитель продает Вам товар.
2. Нужно иметь в виду, что знак маркировки «халаль» всегда должен подразумевать наличие сертификата, выданного именно на ту компанию, которая указана на упаковке, и данное наименование должно быть в «Реестре сертифицированных предприятий» на сайте <http://www.halalcenter.org/>.
3. При обнаружении сомнительных случаев либо случаев нарушения необходимо отправить жалобу в Международный центр стандартизации и сертификации «халаль». [14].

Халаль – это, прежде всего, безопасность, чистота, полезность для здоровья человека, отсутствие в продуктах и питания вредных консервантов и добавок, соответствие требованиям срока годности и хранения. Приоритет халаль-индустрии понимают не только мусульмане, но и все остальные, и поэтому будущее за халаль. Это неизбежно ведёт к тому, что будут создаваться специальные комиссии, которые займутся урегулированием, сертифицированием халальных продуктов [5].

Мусульманское сообщество создало систему проверок, которыми занимается комитет по стан-

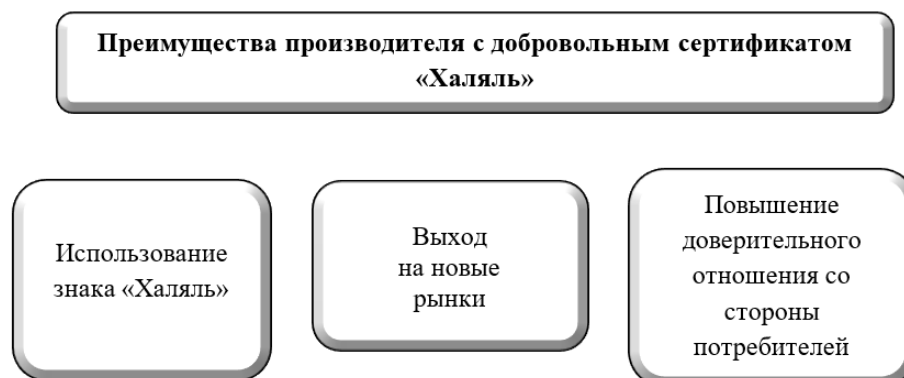


Рис. 4. Преимущества производителя с добровольным сертификатом «Халаль»

дарту «Халяль» при Духовном управлении мусульман. По договоренности, специалисты комитета проводят выездные проверки халяльности продуктов на производствах, в кафе, в магазинах. Более того, разработаны даже тест-полоски на наличие свинины в мясных продуктах [6].

Зачастую на предприятиях соблюдать стандарты призваны люди далекие от тонкостей ислама, в результате чего случаются ошибки. Даже если на производстве придерживаются правил, то чистоту продукции могут нарушать на этапе транспортировки, хранения и реализации. Другая проблема связана с недобросовестными производителями,

которые под маркировкой «Халяль» реализуют обычную мясную продукцию [8].

Выводы

Мясная продукция «Халяль» является экологически чистым продуктом, что обусловлено особенностями производства и переработки продукции, отечественные производители продуктов питания все более активно осваивают нишу халяльных продуктов – этот сегмент рынка продовольствия сегодня быстро растет во всем мире и привлекает новых игроков из числа ведущих агрохолдингов.

Литература

- [1] Абакаров, К. Производство мясной продукции халяль: сертификация как стимул к росту // Мясной ряд. 2021. № 1 (83). С. 40-42. EDN: SWPQNG.
- [2] Волобуева, А. Халяль - популярный тренд или гарантия качества? // Мясной ряд. 2018. № 4 (74). С. 32-33. EDN: YWZFKP.
- [3] Гаврилова, Ю.А., Байбисенова П.И. О производстве халяльной мясной продукции // Вестник научных конференций. 2015. № 1-1 (1). С. 55-56. EDN: ZFCNIB.
- [4] Загоровская, В. Халяль на экспорт // Птицепром. 2015. № 2 (26). С. 11-14. EDN: XIAKTT.
- [5] Камажанова, М.К., Байтуkenова Ш.Б. Разработка технологии в производстве колбасных изделий «Халяль» // В сборнике: Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. Международная научно-техническая конференция (заочная). Под общей редакцией Пономарева А.Н., Мельниковой Е.И. 2013. С. 83-84. EDN: TDCYQP.
- [6] Мартянова, С.И., Ефимова Г.В. Халяль и мясо // В сборнике: Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров. сборник статей 6-й Международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров. Юго-Западный государственный университет. 2018. С. 225-227. DN: VREHSM.
- [7] Мустафина, А.А., Тарасова К.Д., Казакова Н.К. Производство мяса птицы под маркой «Халяль» // В сборнике: Приоритетные направления развития науки и образования. сборник статей XIII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2020. С. 52-56. EDN: ENVSGA.

References

- [1] Abakarov, K. Halal meat production: certification as an incentive for growth // Meat row. 2021. No. 1 (83). pp. 40-42. EDN: SWPQNG.
- [2] Volobueva, A. Halal is a popular trend or a quality guarantee? // Meat row. 2018. No. 4 (74). pp. 32-33. EDN: YWZFKP.
- [3] Gavrilova, Yu.A., Baibisenova P.I. On the production of halal meat products // Bulletin of scientific conferences. 2015. No. 1-1 (1). pp. 55-56. EDN: ZFCNIB.
- [4] Zagorovskaya, V. Halal for export // Poultry industry. 2015. No. 2 (26). pp. 11-14. EDN: XIAKTT.
- [5] Kamazhanova, M.K., Baitukenova Sh.B. Development of technology in the production of Halal sausage products // In the collection: Innovative technologies in the food industry: science, education and production. International Scientific and Technical Conference (correspondence). Under the general editorship of Ponomarev A.N., Melnikova E.I. 2013. pp. 83-84. EDN: TDCYQP.
- [6] Martianova, S.I., Efimova G.V. Halal and meat // In the collection: Problems of identification, quality and competitiveness of consumer goods. collection of articles of the 6th International Conference in the field of commodity science and examination of goods. Southwestern State University. 2018. pp. 225-227. DN: VREHSM.
- [7] Mustafina, A.A., Tarasova K.D., Kazakova N.K. Poultry meat production under the brand «Halal» // In the collection: Priority directions of science and education development. collection of articles of the XIII International Scientific and Practical Conference. Penza, 2020. pp. 52-56. EDN: ENVSGA.
- [8] Nadyrshin T.M. Halal enterprises for processing meat products in the Chelyabinsk region // in the proceedings of the conference: Rasulev readings: Islam in the history and modern life of Russia. 2017 Publisher: South Ural State Agrarian University. Troitsk, 2017. pp. 112-117. EDN: YUATJH.

- [8] Надыршин Т.М. Предприятия «Халяль» по переработке мясной продукции в Челябинской области // в сборнике трудов конференции: Расулевские чтения: ислам в истории и современной жизни России. 2017. Издательство: Южно-Уральский государственный аграрный университет. Троицк, 2017. С. 112-117. EDN: YUATJH.
- [9] Петрова, Ю.В., Щупакова Ю.И., Кравченко Р.Е. Качество и безопасность мясной продукции с маркировкой Халяль на российском рынке // Academy. 2019. № 7 (46). С. 90-92. EDN: NRFGQU.
- [10] Пресс-служба МЦСИС Халяль. Халяль в мясоперерабатывающей промышленности // Все о мясе. 2014. № 4. С. 52-53. EDN: SMEQVD.
- [11] Сушкова, Т.В. Исследование отношения потребителей к продукции халяль на локальном рынке / Вестник ПБГУС. №4(54). -2018. С.69-74. EDN: YXMYGT.
- [12] Ушакова, Н. Животные белки для производства продукции халяль // Мясной ряд. 2019. – № 2 (76). С. 22-24. EDN: EFYTOJ.
- [13] Фомина, Т.А., Минаев М.Ю. Система идентификации для контроля халяльной мясной продукции // Мясная индустрия. 2011. № 3. С. 32-34. EDN: OFVWKR.
- [14] Шаталова, М.Н., Бачинская В.М., Гончар Д.И. Проблема фальсификации продукции «Халяль» на российском рынке // Academy. 2021. № 2 (65). С. 47-49. EDN: XFRITP.
- [15] Шовхалов, Ш.А. Комплексный анализ финансовой деятельности коммерческих организаций рынка Халяль // Инновационное развитие экономики. 2022. № 6 (72). С. 135-139.
- [9] Petrova, Yu.V., Shchupakova Yu.I., Kravchenko R.E. Quality and safety of meat products labeled Halal in Russian
- [10] ICSIS Halal Press Service. Halal in the meat processing industry // All about meat. 2014. No. 4. pp. 52-53. EDN: SMEQVD.
- [11] Sushkova, T.V. Research of consumers' attitude to halal products in the local market / Bulletin of PVGUS. No.4(54). -2018. pp.69-74. EDN: YXMYGT.
- [12] Ushakova, N. Animal proteins for the production of halal products // Meat row. 2019. – № 2 (76). Pp. 22-24. EDN: EFYTOJ.
- [13] Fomina, T.A., Minaev M.Yu. Identification system for the control of halal meat products // Meat industry. 2011. No. 3. pp. 32-34. EDN: OFVWKR.
- [14] Shatalova, M.N., Bachinskaya V.M., Gonchar D.I. The problem of falsification of Halal products on the Russian market // Academy. 2021. No. 2 (65). pp. 47-49. EDN: XFRITP.
- [15] Shovkhalov, Sh.A. Complex analysis of the financial activities of commercial organizations of the Halal market // Innovative development of the economy. 2022. No. 6 (72). pp. 135-139.

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
Шаббаев Рафик Равилевич студент технологического факультета ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: E-mail:	Shabaev Rafik Ravilevich student of the Faculty of Technology Penza State Agrarian University Phone: E-mail:

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 11

№ 2

2024

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Сдано в производство 08.05.2024. Формат 60X84/8

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

Усл. печ. л. 5,7. Тираж 50 экз.