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

# ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

# INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

Том 12

№ 2

2025

Научно-теоретический и практический журнал

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

# ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 12, № 2, 2025

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. Некрашевич**, 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., 2025

# INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Volume 12, Issue 2, 2025

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., 2025

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

**Использование активной упаковки для увеличения срока хранения мягких сыров**
*Архипов Д.С., Фролов Д.И.* ..... **5**

**Сравнительная товароведная оценка качества печенья овсяного, реализуемого в розничной торговой сети г. Пензы**
*Базина И.П., Гарькина П.К.* ..... **11**

**Разработка рецептуры и технологии производства мясных снеков «джерки» из различных видов мяса**
*Блинохватов А.А., Пияйко П.И.* ..... **16**

**Технологические решения с целью повышения пищевой ценности cake pops**
*Бочкарева З.А., Медведева С.В.* ..... **22**

**Влияние порошка свеклы и порошка из семян пажитника на качество пшенично-ржаного хлеба**
*Кудряков Д.Н., Гарькина П.К.* ..... **28**

**Рациональные параметры термовакуумной экструзии овса**
*Курочкин А.А., Новикова О.А., Соколова Н.Н.* ..... **33**

**Эффективность использования растительных экстрактов для сохранения качества и безопасности мясных продуктов в процессе хранения**
*Симаков Д.Г., Фролов Д.И.* ..... **41**

## ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Анализ современного технологического оборудования для производства продуктов питания**
*Зимняков В.М.* ..... **47**

**Основные направления цифровых технологий в мясо-молочном подкомплексе России**
*Зимняков В.М., Каешова И.В.* ..... **53**

**Модернизация агрегата для термовакуумной экструзии сельскохозяйственного сырья**
*Курочкин А.А., Аширов Р.Р., Поляков А.В.* ..... **59**

**Использование озона в качестве альтернативы традиционным дезинфицирующим средствам**
*Сиркин В.П., Фролов Д.И.* ..... **64**

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Основные направления развития мясо-молочного подкомплекса АПК**
*Зимняков А.В., Липявский А.П., Зимняков А.М.* ..... **71**

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

*Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей* ..... **78**

*Требования к оформлению статьи* ..... **78**

# CONTENTS

## FOOD TECHNOLOGY

**Using active packaging to increase the shelf life of soft cheeses**
*Arkhipov D.S., Frolov D.I.* ..... **5**

**Comparative commodity assessment of the quality of oatmeal biscuits sold in the retail chain of Penza**
*Bazina I.P., Garkina P.K.* ..... **11**

**Development of the recipe and technology for the production of meat snacks «jerky» from various types of meat**
*Blinokhvatov A.A., Piyaiko P.I.* ..... **16**

**Technological solutions to increase the nutritional value of cake pops**
*Bochkareva Z.A., Medvedeva S.V.* ..... **22**

**The effect of beetroot powder and fenugreek seed powder on the quality of wheat-rye bread**
*Kudryakov D.N., Garkina P.K.* ..... **28**

**Rational parameters of thermal vacuum extrusion of oats**
*Kurochkin A.A., Novikova O.A., Sokolova N.N.* ..... **33**

**Efficiency of using plant extracts to preserve the quality and safety of meat products during storage**
*Simakov D.G., Frolov D.I.* ..... **41**

## TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

**Analysis of modern technological equipment for food production**
*Zimnyakov V.M.* ..... **47**

**The main directions of digital technologies in the meat and dairy subcomplex of Russia**
*Zimnyakov V.M., Kaeshova I.V.* ..... **53**

**Modernization of the unit for thermal vacuum extrusion of agricultural raw materials**
*Kurochkin A.A., Ashirov R.R., Polyakov A.V.* ..... **59**

**Using ozone as an alternative to traditional disinfectants**
*Sirkin V.P., Frolov D.I.* ..... **64**

## ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

**The main directions of development of the meat and dairy subcomplex of the agroindustrial complex**
*Zimnyakov A.V., Lipyavsky A.P., Zimnyakov A.M.* ..... **71**

## AUTHOR GUIDELINES

*The procedure for consideration, approval and rejection of articles* ..... **78**
*Article requirements* ..... **78**

# ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

# FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.63:664.6

## Использование активной упаковки для увеличения срока хранения мягких сыров

*Архипов Д.С., Фролов Д.И.*

**Аннотация.** В статье изучено влияние поглотителей кислорода, используемых при упаковке мягких сыров, на срок их хранения. Сыры, упакованные в пакеты из PA/PE с поглотителями кислорода и без них, хранились при температуре 5±0,5°С в течение 7, 14 и 21 дня. В указанные промежутки времени в сырах определялись: количество дрожжей, плесени и бактерий группы кишечной палочки, а также титруемая кислотность. Также анализировалось содержание кислорода в атмосфере упаковки сыров. Применение поглотителей кислорода привело к подавлению роста дрожжей и плесени, а через две недели также и роста бактерий группы кишечной палочки. Было обнаружено, что присутствие поглотителей кислорода не влияет на увеличение титруемой кислотности хранящихся сыров. Поглотители кислорода доказали свою эффективность в изменении атмосферы упаковки - они снизили концентрацию кислорода в атмосфере упаковки ниже 0,5%.

**Ключевые слова:** сыр, срок годности, активная упаковка, поглотители кислорода.

**Для цитирования:** Архипов Д.С., Фролов Д.И. Использование активной упаковки для увеличения срока хранения мягких сыров // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 5–10.

## Using active packaging to increase the shelf life of soft cheeses

*Arkhipov D.S., Frolov D.I.*

**Abstract.** The article studies the effect of oxygen absorbers used in the packaging of soft cheeses on their shelf life. Cheeses packed in PA/PE bags with and without oxygen absorbers were stored at a temperature of 5±0.5°C for 7, 14 and 21 days. During the specified time intervals, the following were determined in the cheeses: the number of yeast, mold and coliform bacteria, as well as titratable acidity. The oxygen content in the atmosphere of cheese packaging was also analyzed. The use of oxygen absorbers led to the suppression of yeast and mold growth, and after two weeks, the growth of coliform bacteria as well. It was found that the presence of oxygen absorbers does not affect the increase in titratable acidity of stored cheeses. Oxygen absorbers proved their effectiveness in changing the packaging atmosphere - they reduced the oxygen concentration in the packaging atmosphere below 0.5%.

**Keywords:** cheese, shelf life, active packaging, oxygen absorbers.

**For citation:** Arkhipov D.S., Frolov D.I. Using active packaging to increase the shelf life of soft cheeses. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 5–10. (In Russ.).

### Введение

Активная упаковка представляет собой современный тип упаковки для пищевых продуктов [11]. В отличие от традиционных упаковок, активные материалы взаимодействуют с воздухом внутри упаковки или с самим продуктом, что способствует продлению его срока хранения при сохранении безопасности, пищевой ценности и требуемых сенсорных характеристик [1, 3]. Среди различных систем активной упаковки наибольшее распространение получили поглотители кислорода, которые могут быть представлены в виде саше, этикеток, пломб или полимерных материалов, встроенных

непосредственно в структуру упаковки [2, 13]. Эти поглотители связывают кислород через процессы окисления, используя такие вещества, как соединения железа, аскорбиновая кислота, светочувствительные красители и ненасыщенные жирные кислоты, а также ферментативное окисление, например, с применением алкогольоксидазы [12]. Поглотители кислорода, основанные на соединениях железа, являются наиболее простыми и экономичными, что объясняет их широкое распространение [4]. Эти поглотители могут использоваться как отдельно, так и в комбинации с упаковкой в модифицированной атмосфере. Проводилось множество исследований, направленных на применение вакуумной упаковки и упаковки в модифицированной атмосфере для продления срока хранения сыров [6, 8, 9, 7, 5, 10]. Целью данного исследования было выявление возможностей применения поглотителей кислорода для продления срока годности свежих мягких сыров.

## Объекты и методы исследований

Эксперимент проводился на нарезанных творожных сырах, полученных с одного молочного завода, выбранного случайным образом. Образцы сыра (примерно по 50 г каждый) были зафиксированы в пакетах из ПЭ/ПА общей вместимостью около 350 см³. В часть образцов были вложены пакеты с поглотителями кислорода (АнТа). Мягкие сыры, упакованные без поглотителей кислорода, служили контрольными образцами. Все пакеты были запечатаны на упаковочной машине при давлении ниже атмосферного 500 мбар. Данный способ упаковки был направлен на снижение содержания воздуха в упаковке и на облегчение деятельности поглотителей. Сыры хранились при температуре 5°С±0,5°С в течение 21 дня.

Через 7, 14 и 21 день хранения в сырах определяли: количество бактерий группы кишечной палочки - чашечным методом; количество дрожжей и плесени - чашечным методом; титруемую кислотность (°Т); и содержание воздуха в упаковке (%).

Аналогичные исследования были проведены на образцах творожного сыра (до упаковки). Эксперимент проводился в 3-кратной повторности.

## Результаты и их обсуждение

Бактерии группы кишечной палочки являются индикаторами гигиенического качества сыров. Чаще всего микробиологическая порча сыров во время их хранения вызывается дрожжами и плесенью. Поэтому в данном исследовании отслеживали рост этих групп микроорганизмов в хранящихся сырах, упакованных с поглотителями кислорода.

Исследованные сыры характеризовались низкой контаминацией палочками группы кишечной палочки, что свидетельствует о хороших гигиенических стандартах при производстве этих сыров, а также об их качестве. Количество этих бактерий в свежих контрольных образцах составляло менее 10 КОЕ/г и практически не изменялось до конца срока хранения этих продуктов (21 день). Низкая численность популяции бактерий группы кишечной палочки наблюдалась в образцах сыра, упакованных с поглотителями кислорода, однако после 21 дня хранения палочки группы кишечной палочки в образцах не были идентифицированы (рисунок 1).

Количество плесени в сыре варьировалось от 1,2x10² до 3,0x10² КОЕ/г, что в среднем составило 1,9x10² КОЕ/г. В сырах, упакованных без поглотителей кислорода, после 7, 14 и 21 дня хранения популяция плесени увеличилась до 4,9x10³; 2,5x10⁴ и 1,2x10⁵ КОЕ/г в среднем. Менее динамичный рост плесени произошел в образцах сыров, упакованных с поглотителями кислорода, и составило: 7,4x10², 1,7x10³ и 1,3x10⁴ КОЕ/г в среднем (рисунок 2).

Аналогичные тенденции изменений были отмечены при определении численности дрожжей. Степень обсемененности образцов сыра этой микрофлорой перед упаковкой варьировалась от 2,8x 10² до 6,5x10² КОЕ/г, что дало в среднем 4,5x10² КОЕ/г. После 7 дней хранения сыры, упакованные без поглотителей кислорода, характеризовались быстрым ростом популяции дрожжей до 1,4x10⁴

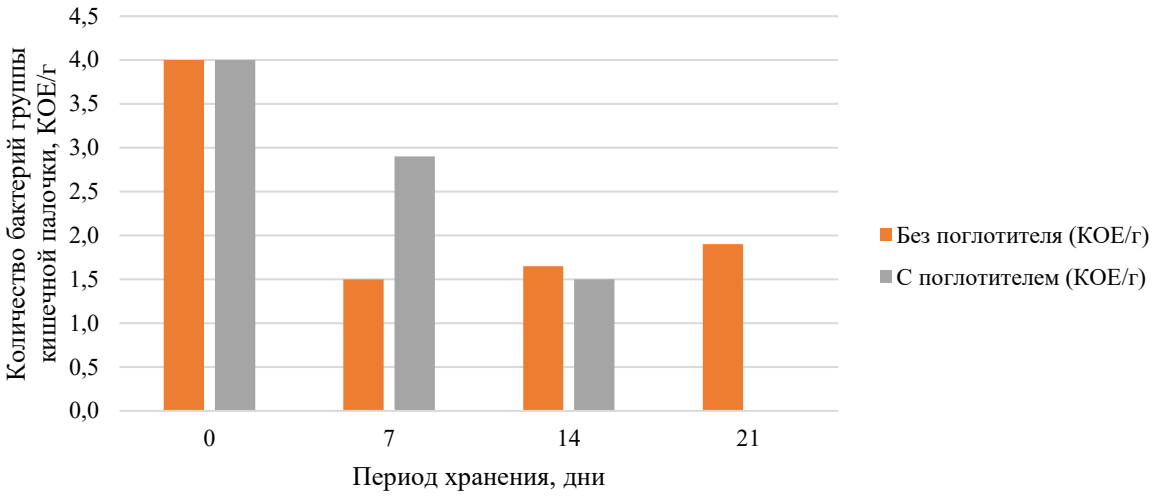


Рис. 1. Влияние способа упаковки и срока хранения сыра на количество бактерий группы кишечной палочки

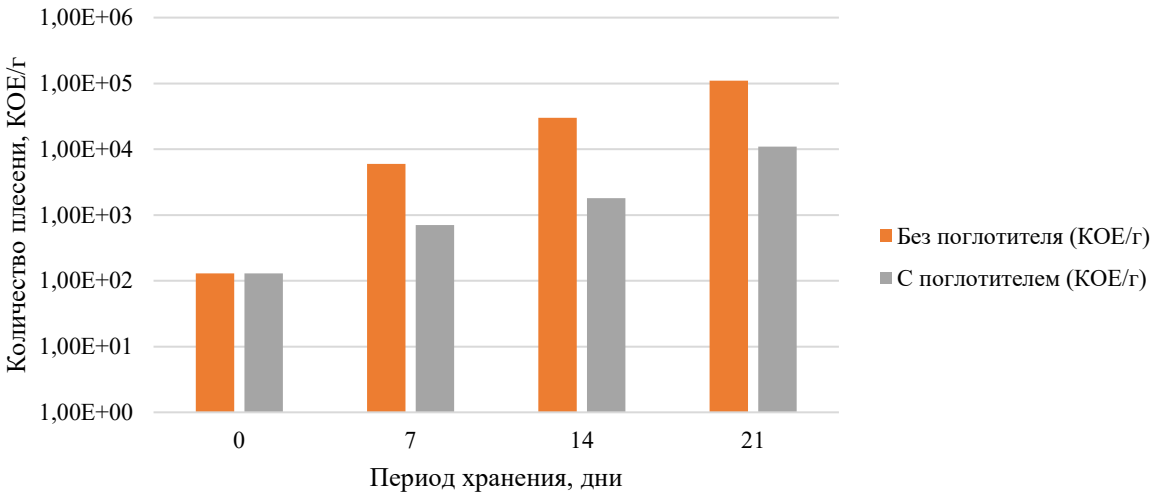


Рис.2. Влияние способа упаковки и срока хранения сыра на количество плесени

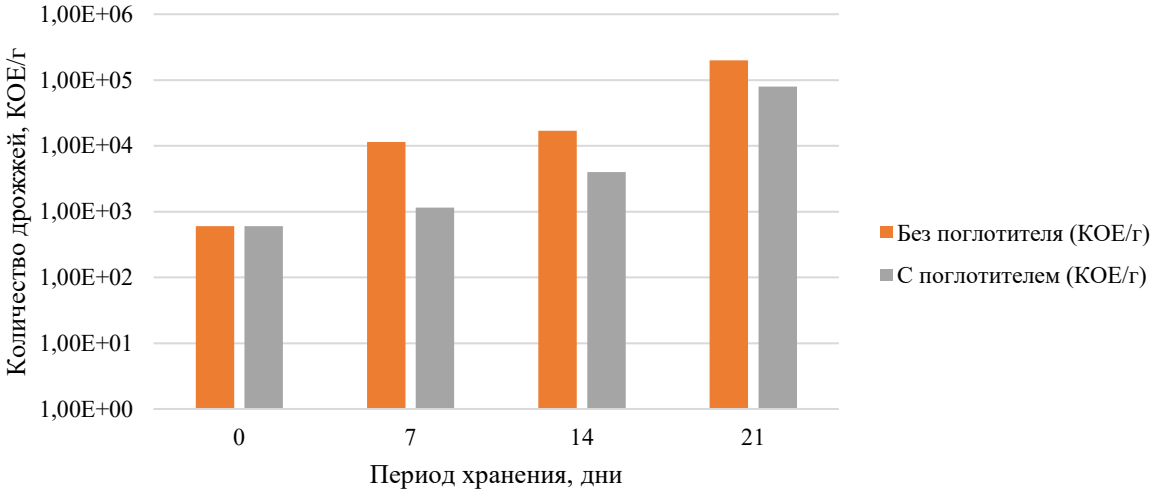


Рис.3. Влияние способа упаковки и срока хранения сыра на количество дрожжей

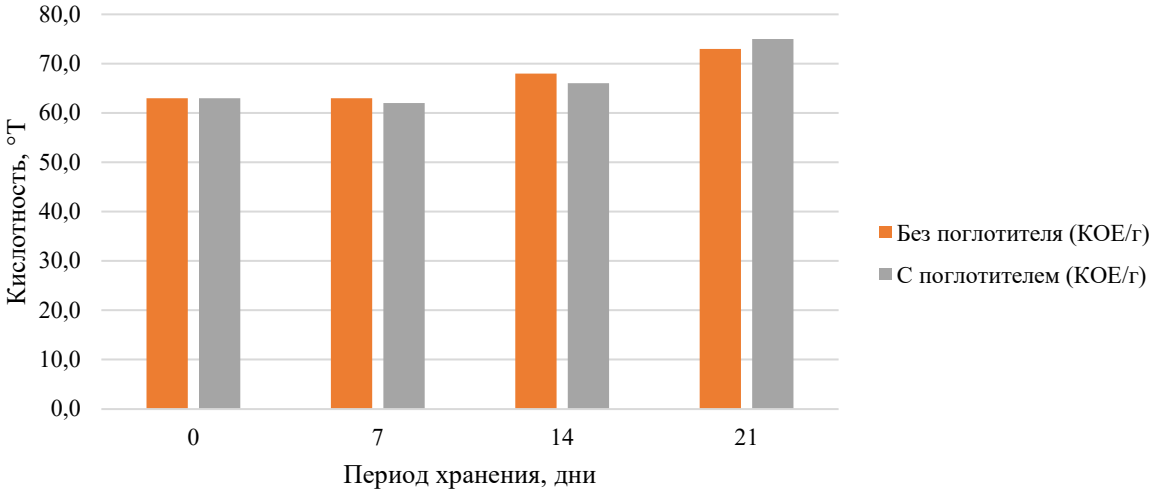


Рис.4. Влияние способа упаковки и срока хранения сыра на его потенциальную кислотность, °Т

КОЕ/г. После 14 и 21 дня хранения средняя численность этих бактерий достигла $5{,}0x10^4$ и $1{,}6x10^5$ КОЕ/г. В сырах, упакованных с поглотителями кислорода, рост дрожжей оказался менее динамичным. В последующие временные интервалы (7, 14 и 21 день) их средняя численность составила: $1{,}4x10^3$, $3{,}5x10^3$ и $6{,}4x10^4$ КОЕ/г (рисунок 3).

Кислотность сыров варьировалась от 58°Т до 72°Т, т.е. в среднем 63°Т. В случае сыров, упакованных без поглотителей кислорода, значительное

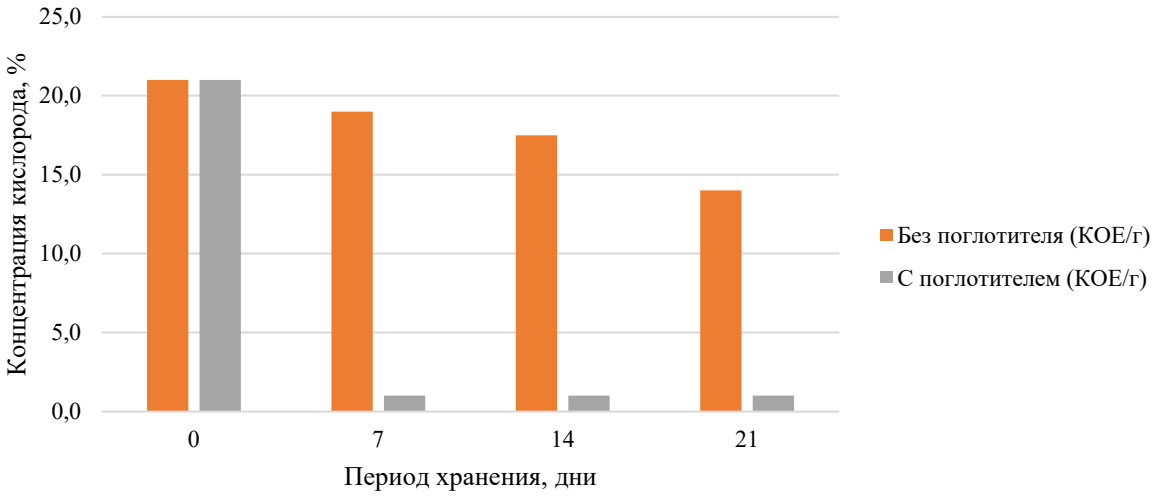


Рис.5. Влияние способа упаковки и срока хранения сыра на концентрацию кислорода в упаковке

увеличение значений кислотности наблюдалось после 14 и 21 дня хранения. Средняя кислотность образцов, измеренная в эти временные интервалы, достигла 68°Т и 73°Т. Кислотность сыров, упакованных с поглотителями кислорода, увеличилась в аналогичных пропорциях (рисунок 4).

Повышение кислотности обоих типов образцов было одинаковым и типичным для хранящихся сыров. Как и ожидалось, изменение атмосферы с помощью поглотителей кислорода не оказало существенного влияния на рост молочнокислых бактерий в исследованных сырах.

По мере увеличения срока хранения состав атмосферы в упаковках сыра также претерпевал изменения. Первоначально содержание кислорода в упаковках с поглотителями и без них достигало около 21%. В упаковках без поглотителей кислорода через 7 дней содержание этого газа снизилось до 19,4%, а через 14 и 21 день составило в среднем 17,6% и 13,7% (рисунок 5). Уменьшение содержания кислорода в этих упаковках, вероятно, было связано с развитием аэробной микрофлоры, использующей кислород, в основном дрожжей и плесени. В упаковках сыра, содержащих поглотители кислорода, концентрация этого газа в первую неделю подверглась значительному снижению, т. е. до 0,55%, и поддерживалась на аналогичном уровне до 21 дня эксперимента (рисунок 5). Поглотители кислорода, применяемые в этом исследовании, должны снизить содержание кислорода в упаковке до уровня, близкого к нулю, в течение первых 24 часов. Дополнительные анализы, проведенные в ходе данного исследования, показали, что столь низкая концентрация кислорода в упаковках с поглотителями наблюдалась уже через 8 ч. Анализы показали, что после 25-дневного хранения сыров в упаковках с поглотителями их емкость все еще достигала 3-5% от первоначальной емкости.

Результаты микробиологических исследований показали, что применение поглотителей кислорода подавляет рост исследуемой микрофлоры в сырах, тем самым снижая неблагоприятные изменения их качества. Кроме того, увеличение кислотности, по-видимому, указывает на то, что активная упаковка не подавляет рост заквасочной микрофлоры в этих продуктах.

Применение поглотителей кислорода является одним из методов, используемых для изменения атмосферы внутри упаковки, поэтому полученные результаты можно сравнить с результатами исследований вакуумной упаковки и упаковки в модифицированной атмосфере.

Принимая во внимание вышеизложенные выводы, результаты, полученные в представленном исследовании, не являются удовлетворительными. Кажется, что изменение атмосферы упаковки с помощью поглотителей кислорода должно быть более эффективным. Снижение концентрации кислорода до уровня, близкого к нулю, происходит, вероятно, одновременно с увеличением концентрации $CO_2$, вырабатываемого бактериальными клетками, что должно значительно подавлять рост дрожжей и плесени. Возможно, слабое воздействие поглотителей кислорода на подавление роста дрожжей и плесени является результатом относительно большого количества этих микроорганизмов в свежих сырах (до упаковки). Кроме того, некоторые производители поглотителей сообщают, что для их эффективного действия требуется, чтобы общее количество микроорганизмов в продукте не превышало $10^5$ КОЕ/г. Согласно этой информации, можно предположить, что поглотители кислорода не будут эффективны в упаковках сыров, в которых общее количество микроорганизмов обычно выше из-за технологии их производства (молочнокислые стрептококки $10^6$-$10^7$ КОЕ/г). Однако на данный момент это только предположение, требующее более расширенных исследований.

**Выводы**

Было обнаружено, что поглотители кислорода,

используемые в исследовании, эффективно изменяют атмосферу внутри упаковок сыра, тем самым снижая концентрацию кислорода в них примерно до 0,5%. Применение поглотителей кислорода в упаковке сыра подавляло, но не останавливало рост дрожжей и плесень в течение срока хранения.

**Литература**


[1] Бокарева В. Б. Обзор современных упаковочных материалов и решений //Мясные технологии. – 2019. – №. 1. – С. 26-31.

[2] Бурак Л. Ч., Сапач А. Н. Инновационная упаковка для пищевых продуктов //Научное обозрение. Технические науки. – 2023. – №. 2. – С. 50-57.

[3] Гольдаде В. А. Современные тенденции развития полимерной пленочной упаковки //Полимерные материалы и технологии. – 2015. – Т. 1. – №. 1. – С. 63-70.

[4] Ермакова А. А., Андреева И. А., Смирнова А. В. « Активная упаковка» как инновация упаковочной отрасли //Качество продукции, технологий и образования. – 2019. – С. 206-210.

[5] Майоров А. А., Николаева Е. А. Способы ухода за сыром //Сыроделие и маслоделие. – 2013. – №. 6. – С. 34-38.

[6] Мещанов С. Л. Мембранные генераторы азота для упаковки в модифицированной газовой атмосфере //Пищевая промышленность. – 2008. – №. 6. – С. 24-25.

[7] Мордвинова В. А., Свириденко Г. М., Орлова Е. А. Влияние упаковочного материала на качество фасованных сыров //Переработка молока. – 2016. – №. 6. – С. 8-9.

[8] Роздов И. А., Орлова Е. А., Большакова Е. А. Модифицированная атмосфера в обеспечении качества фасованных сыров //Сыроделие и маслоделие. – 2012. – №. 5. – С. 45-46.

[9] Роздов И. А., Орлова Е. А., Большакова Е. А. Сравнительная оценка способов упаковки фасованных сыров //Сыроделие и маслоделие. – 2012. – №. 3. – С. 17-18.

[10] Симаков Д. Г., Фролов Д. И. Влияние условий упаковки в модифицированной атмосфере на качество тертого сыра //Инновационная техника и технология. – 2025. – Т. 12. – №. 1. – С. 44-50.

[11] Скиба Т. В. Современные тенденции развития мировой упаковочной индустрии //Проблемы науки. – 2020. – №. 6 (54). – С. 100-102.

[12] Ухарцева И. Ю., Гольдаде В. А. Современные упаковочные материалы в пищевой промышленности (обзор) //Пластические массы. – 2006. – №. 6. – С. 42-50.

[13] Чудайкина А. В. и др. Инновационные системы упаковок в пищевой промышленности //Качество в обработке материалов. – 2020. – №. 1 (12). – С. 64-69.


**References**


[1] Bokareva V. B. Review of modern packaging materials and solutions // Meat technologies. - 2019. - No. 1. - P. 26-31.

[2] Burak L. Ch., Sapach A. N. Innovative packaging for food products // Scientific review. Technical sciences. - 2023. - No. 2. - P. 50-57.

[3] Goldade V. A. Modern trends in the development of polymer film packaging // Polymer materials and technologies. - 2015. - V. 1. - No. 1. - P. 63-70.

[4] Ermakova A. A., Andreeva I. A., Smirnova A. V. «Active packaging» as an innovation in the packaging industry // Quality of products, technologies and education. - 2019. - P. 206-210.

[5] Mayorov A. A., Nikolaeva E. A. Methods of cheese care // Cheese making and butter making. - 2013. - No. 6. - P. 34-38.

[6] Meshchanov S. L. Membrane nitrogen generators for packaging in a modified gas atmosphere // Food industry. - 2008. - No. 6. - P. 24-25.

[7] Mordvinova V. A., Sviridenko G. M., Orlova E. A. Influence of packaging material on the quality of packaged cheeses // Milk processing. - 2016. - No. 6. - P. 8-9.

[8] Rozdov I. A., Orlova E. A., Bolshakova E. A. Modified atmosphere in ensuring the quality of packaged cheeses // Cheese making and butter making. - 2012. - No. 5. – P. 45-46.

[9] Rozdov I. A., Orlova E. A., Bolshakova E. A. Comparative assessment of packaging methods for packaged cheeses // Cheese and butter making. – 2012. – No. 3. – P. 17-18.

[10] Simakov D. G., Frolov D. I. Influence of modified atmosphere packaging conditions on the quality of grated cheese // Innovative equipment and technology. – 2025. – Vol. 12. – No. 1. – P. 44-50.

[11] Skiba T. V. Modern trends in the development of the global packaging industry // Problems of Science. – 2020. – No. 6 (54). – P. 100-102.

[12] Ukhartseva I. Yu., Goldade V. A. Modern packaging materials in the food industry (review) // Plastics. – 2006. – No. 6. – P. 42-50.

[13] Chudaykina A. V. et al. Innovative packaging systems in the food industry // Quality in materials processing. – 2020. – No. 1 (12). – P. 64-69.

| **Сведения об авторах** | **Information about the authors** |
|---|---|
| **Архипов Даниил Сергеевич**<br>магистрант кафедры «Пищевые производства»<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»<br>440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 | **Arkhipov Daniil Sergeevich**<br>undergraduate of the department «Food productions»<br>Penza State Technological University |
| **Фролов Дмитрий Иванович**<br>кандидат технических наук<br>доцент кафедры «Пищевые производства»<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»<br>440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11<br>**Тел.:** +7(937) 408-35-28<br>**E-mail:** surr@bk.ru | **Frolov Dmitriy Ivanovich**<br>PhD in Technical Sciences<br>associate professor at the department of «Food productions»<br>Penza State Technological University<br>**Phone:** +7(937) 408-35-28<br>**E-mail:** surr@bk.ru |

УДК 664.5:658.1:338.43(470.345)

# Сравнительная товароведная оценка качества печенья овсяного, реализуемого в розничной торговой сети г. Пензы

*Базина И.П., Гарькина П.К.*

**Аннотация.** Основной задачей кондитерского производства является выработка изделий наилучшего качества. На решение этой важной задачи направлены усилия всех работников предприятия. Показатели качества изделий обязательно входят в ГОСТы на соответствующие виды изделий. Чтобы получить печенье наилучшего качества, на предприятии должен осуществляться контроль партий поступающего сырья, полуфабрикатов, применяемых при производстве каждого вида изделий, и готовых изделий, которые направляются на реализацию.

**Ключевые слова:** печенье овсяное, товароведная характеристика, органолептическая оценка.

**Для цитирования:** Базина И.П., Гарькина П.К. Сравнительная товароведная оценка качества печенья овсяного, реализуемого в розничной торговой сети г. Пензы // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 11–15.

# Comparative commodity assessment of the quality of oatmeal biscuits sold in the retail chain of Penza

*Bazina I.P., Garkina P.K.*

**Abstract.** The main task of confectionery production is to produce products of the best quality. The efforts of all employees of the company are aimed at solving this important task. Product quality indicators are necessarily included in the state standards for the corresponding types of products. In order to obtain the best quality cookies, the company must monitor the shipments of incoming raw materials, semi-finished products used in the production of each type of product, and finished products that are sent for sale.

**Keywords:** oatmeal cookies, commodity characteristics, organoleptic evaluation.

**For citation:** Bazina I.P., Garkina P.K. Comparative commodity assessment of the quality of oatmeal biscuits sold in the retail chain of Penza. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 11–15. (In Russ.).

## Введение

Овсяное печенье – это мощный источник энергии из-за высокого содержания углеводов, которые медленно усваиваются организмом.

В овсяной муке содержится большое количество минеральных веществ, витаминов, кальция, клетчатки, которая необходима для нормальной работы пищеварительного тракта, так же в ней содержится незаменимый для организма человека инозитол, который снижает уровень холестерина в крови.

Рассмотрены современные научные представления отечественных ученых о возможности сохранения и улучшения качества печенья. Например, с целью создания функционального продукта учеными Омского государственного аграрного университета разработана технология овсяного печенья с применением тыквенного полуфабриката [1].

Разработана рецептура сахарного печенья с порошком боярышника. Результаты органолептической оценки позволили установить, что лучшими образцами сахарного печенья являются образец с заменой 10 % пшеничной муки на порошок боярышника. Представленные в статье результаты свидетельствуют о возможности и целесообразности применения порошка боярышника в производстве сахарного печенья [2].

Приведены результаты исследования возможности применения методов математического моделирования рецептурного состава обогащенных мучных кондитерских изделий пониженной энергетической

ценности на основе экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и семян льна [3].

Ученые Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления разработали технологию овсяного печенья функционального назначения. Для повышения пищевой ценности овсяного печенья и придания ему функциональных свойств использовали измельченные тыквенные семена, которые являются ценным дополнительным источником легкоусвояемых белков и жирного масла (до 15 – 18 % сухих веществ муки), богатого жирорастворимыми витаминами и незаменимыми жирными кислотами. Кроме того, тыквенные семена являются богатым источником аминокислот, в особенности триптофана. При изучении свойств порошка из семян тыквы выяснилось, что белков и жиров в нем содержится больше чем в мякоти тыквы. Кроме того, семена выигрывают по количеству натрия, калия, кальция и прочих макро- и микроэлементов. Тыквенные семена рекомендованы к употреблению при диабете, так как способны выводить из организма избыточный сахар. Это обусловлено повышенным содержанием клетчатки. Таким образом, полученные данные позволяют разработать рецептуру овсяного печенья, обладающего хорошими органолептическими и физико-химическими показателями, а также имеющего функциональные свойства [4].

Губаненко Г.А. разработана технология производства овсяного печенья с применением пектиновых веществ древесной зелени сосны обыкновенной. По результатам лабораторных выпечек установлено, что способ введения пектиновых веществ с сахаром оказывает положительное влияние на качество овсяного печенья [5].

В статье приведены результаты научных исследований по обоснованию и разработке технологии мучных кондитерских изделий в виде овсяного печенья функциональной направленности, изготовленного с применением соевой белково-углеводной муки для повышения пищевой и биологической ценности. Анализ данных показывает, что использование белково-углеводной муки при производстве овсяного печенья позволяет повысить содержание в нем белка на 3,8%, клетчатки на 11%, а витамина Е на 4,65 мг/100г, что обеспечивает 23% его рекомендуемой нормы потребления [6]. Также перспективным является способ производства хлебобулочных изделий с помощью термовакуумной экструзии [7].

Целью исследований является изучение товароведной характеристики, проведение оценки органолептических показателей хлеба, реализуемого в торговой сети г. Пензы.

В соответствии с поставленной целью определены основные задачи исследования:

– дать характеристику печенья;

– провести анализ маркировки и дать заключение о соответствии ее нормативным документам;

– провести анализ органолептических показателей качества образцов печенья овсяного.

**Объекты и методы исследований**

В качестве методов исследования использовали методы анализа, синтеза, систематизации и обобщения.

Объектами исследования являются три образца овсяного печенья классического. Образец № 1 – Печенье овсяное классическое «Посиделкино», образец № 2 – Печенье овсяное классическое «Зерница», образец № 3 – Печенье овсяное классическое «Хватай-ка!».

Исследования проводились в лабораторных условиях кафедры «Пищевые производства» ПензГТУ. Пробы отбирались в торговой сети г. Пензы. В работе использованы стандартные методы исследований маркировки и органолептических показателей качества готовых изделий на соответствие требований ГОСТ Р 51074–2003 и ГОСТ 24901–2023.

Состояние упаковки и полноту маркировки исследуемых образцов печенья овсяного оценивали визуально. Среди органолептических показателей определяли внешний вид (характер поверхности, окраска, толщина и состояние корки), состояние на изломе (пропеченность, отсутствие признаков непромеса), вкус, запах.

**Результаты и их обсуждение**

Овсяное печенье представлено широким разнообразием видов, которые классифицируются по составу, функциональному назначению, технологии производства.

Состав овсяного печенья определяет его вкус, текстуру и потребительские свойства. В зависимости от используемых ингредиентов выделяют следующие виды:

Классическое овсяное печенье. В его состав входят овсяная мука или хлопья, пшеничная мука, сахар, растительное или сливочное масло и яйца. Это традиционный вариант с хрустящей или рассыпчатой текстурой.

Печенье с добавками. Включает дополнительные ингредиенты, такие как изюм, орехи (миндаль, фундук), шоколадные капли, семена (кунжут, лён) или сухофрукты (курага, чернослив). Эти добавки обогащают вкус и повышают пищевую ценность.

Печенье с натуральными подсластителями. Вместо сахара используются мёд, патока, сироп стевия. Такие продукты ориентированы на потребителей, избегающих рафинированного сахара.

Органическое печенье. Изготовлено из сертифицированных органических ингредиентов без искусственных добавок, красителей и консервантов.

Современные тенденции здорового питания привели к появлению специализированных видов овсяного печенья, ориентированных на конкретные потребности:

Диетическое печенье. Характеризуется пониженным содержанием калорий, жиров или сахара. Используются заменители сахара (например, эритрит) и низкокалорийные масла.

Таблица 1 – Результаты анализа маркировки образцов овсяного печенья

| Показатели | Образец №1 | Образец №2 | Образец №3 |
|---|---|---|---|
| Наименование пищевой продукции | Печенье овсяное классическое | Печенье овсяное классическое | Печенье овсяное классическое |
| Наименование и местонахождение изготовителя | АО «КО «Любимый Край», Россия, Ленинградская обл., Ломоносовский м. р-н., Виллозское г. п., тер., Северная часть промзоны Горелово, Волхонское ш., д. 15, помещ. 408. | ООО «Новые технологии», Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Им. Леваневского, д. 185, офис. 12, | АО «КО «Любимый Край», Россия, Ленинградская обл., Ломоносовский м. р-н., Виллозское г. п., тер., Северная часть промзоны Горелово, Волхонское ш., д. 15. |
| Масса нетто | 320 г. | 310 г. | 400 г. |
| Состав пищевой продукции | Мука пшеничная, сахар, мука овсяная, патока, вода питьевая, масло растительное рафинированное дезодорированное, подварка яблочная (яблоки, сахар); эмульгатор соевый лецитин, разрыхлитель: гидрокарбонат аммония, гидрокарбонат натрия (сода пищевая), соль (содержит агент антислеживающий Е536) | Мука пшеничная общего назначения, сахар, маргарин(растительные масла, вода, эмульгаторы: моно- и диглицериды жирных кислот, соевый лецитин; соль, сахар, консервант сорбат калия, регулятор кислотности лимонная кислота, ароматизатор, краситель каротины, антиокислители: аскорбиновая кислота, альфа-Токоферол), мука овсяная, инвертный сироп ( сахар, регулятор кислотности лимонная кислота), патока, вода питьевая, хлопья овсяные, пюре яблочное, соль пищевая (соль, агент антислеживающий Е536), разрыхлители: гидрокарбонат натрия, гидрокарбонат аммония; корица, ароматизатор, эмульгатор лецитины | Мука пшеничная, сахар, мука овсяная, патока, вода питьевая, масло растительное рафинированное дезодорированное, подварка яблочная (яблоки, сахар); солодовый экстракт жидкий (солод ячменный, ячмень, вода питьевая); эмульгатор соевый лецитин, разрыхлитель гидрокарбонат натрия (сода пищевая), соль (содержит агент антислеживающий Е536), краситель сахарный колер III, ароматизатор, корица молотая, регулятор кислотности лимонная кислота. |
| Пищевая ценность | Белки-6 г., жиры-16г., углеводы- 70 г. Энергетическая ценность- 450 ккал. | Белки-5,5 г., жиры- 11г., углеводы- 70г. Энергетическая ценность- 400 ккал. | Белки-6,5 г., жиры- 10г., углеводы- 70 г. Энергетическая ценность- 410 ккал. |
| Дата изготовления | 31.03.2025 г. | 15.03.2025 г. | 16.02.2025 г. |
| Обозначение стандарта (ГОСТ, ТУ) | ГОСТ 24901 | ГОСТ 24901-2023 | ГОСТ 24901 |

Безглютеновое печенье. Производится из овсяной муки, сертифицированной как безглютеновая, без добавления пшеничной муки. Предназначено для людей с целиакией или чувствительностью к глютену.

Обогащённое печенье. Содержит добавки, повышающие питательную ценность: протеин (для спортсменов), клетчатку (для улучшения пищеварения), витамины или минералы.

Технологический процесс производства печенья овсяного предусматривает следующие операции: прием и хранение сырья, подготовка сырья, замес теста, формование заготовок, выпечка печенья, охлаждение, укладка, хранение, упаковка.

На первом этапе исследований была проанализирована маркировка, которой снабжена упаковка образцов. Все образцы герметично упакованы в полимерную пленку, разрывы и загрязнения отсутствуют, этикетки художественно оформлены, ровные, печать четкая, краски яркие, текст читаемый. Полноту маркировки оценивали на соответствие ГОСТ Р 51074-2003 и ГОСТ 24901-2023. Результаты анализа маркировки приведены в таблице 1.

Как видно из приведенной таблицы, маркировка всех образцов овсяного печенья полная и соответствует требованиям ГОСТ Р 51074-2003 и ГОСТ 24901-2023.

На втором этапе исследований проводили оценку качества образцов овсяного печенья по органолептическим показателям. Результаты проведенных исследований органолептических показателей представлены в таблице 2.

Анализ данных таблицы 2 показал, что исследуемые образцы, реализуемые в розничной торговой сети г. Пензы, соответствуют предъявляемым

Таблица 2 – Результаты анализа органолептических показателей образцов овсяного печенья

| Показатели | Образец №1 | Образец №2 | Образец №3 |
|---|---|---|---|
| Внешний вид<br>Поверхность шероховатая с извилистыми трещинами или без них. | Поверхность шероховатая с большим количеством извилистых трещин. | | |
| Цвет<br>Равномерный, от светло-соломенного до темно-коричневого с учетом используемого сырья. | Неравномерный, темно-коричневый. | Равномерный, светло-коричневый. | Светло-коричневый. |
| Вкус и запах<br>Выраженные, свойственные вкусу и запаху компонентов, входящих в рецептуру печенья, без посторонних привкуса и запаха. | Выраженный вкус овсяного печенья без постороннего привкуса. Отчетливый аромат овсяного печенья, с ярко выраженными нотками ванили. | Слабо выраженный вкус овсяного печенья, приторный, без постороннего привкуса. Слабый аромат овсяного печенья. | Очень слабый запах и вкус овсяного печенья, присутствуют нотки ячменного солода. |
| Форма<br>Круглая или овальная, со свойственной данному виду расплывчатостью, без вмятин, вздутий и повреждений края. | Круглая, со свойственной данному виду расплывчатостью, без вмятин, вздутий и повреждений края. | Круглая, со свойственной данному виду расплывчатостью, без вмятин, вздутий и повреждений края. | Круглая вытянута вверх, не расплывчата, без вмятин, вздутий и повреждений края. |
| Вид в изломе:<br>Пропеченное, с разрыхленной структурой, без пустот и следов непромеса. | Пропеченное, с разрыхленной структурой, без пустот и следов непромеса. | Пропеченное, с плотной структурой, без пустот и следов непромеса. | Без пустот и следов непромеса. |

требованиям следующим показателям: внешнему виду, вкусу и запаху.

Форма исследуемых образцов правильная, без трещин и надрывов, гладкая. Цвет свойственный пропеченному изделию.

Мякиш исследуемых образцов овсяного печенья без следов непромеса, без комочков, не влажный, без уплотнений.

По результатам дегустационной оценки был выбран образец №1 овсяное печенье классическое «Посиделкино», он отвечал наилучшим органолептическим показателями.

**Выводы**

В заключении можно сказать, что качество такого продукта, печенье, в настоящее время довольно легко варьировать, улучшать, при помощи всевозможных добавок, растительного сырья и пр.

Анализ информационного содержания маркировки всех образцов печенья овсяного в сравнении с требованиями ГОСТ Р 51074-2003 показал полное соответствие.

Образцы 1 и 2 печенья по результатам органолептической оценки показали отличные результаты. Образец №3 имел незначительные отклонения вкуса и запаха. Была проанализирована нормативная документация, позволившая сделать верное и объективное заключение о качестве данных образцов. В результате проведенного органолептического исследования можно сделать вывод, что все образцы соответствуют требованиям ГОСТ 24901-2023.

**Литература**

[1] Погорелова Н. А., Жигульская И. А., Белкина С. Е. Разработка технологии овсяного печенья с функциональными ингредиентами //Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 3 (27). – С. 164-171.

[2] Гарькина, П. К. Сахарное печенье с применением

**References**

[1] Pogorelova N. A., Zhigulskaya I. A., Belkina S. E. Development of technology for oatmeal cookies with functional ingredients // Bulletin of Omsk State Agrarian University. - 2017. - No. 3 (27). - P. 164-171.

[2] Garkina, P. K. Sugar cookies using hawthorn powder / P. K. Garkina, O. N. Gorbacheva // Innovative

порошка боярышника / П. К. Гарькина, О. Н. Горбачева // Инновационная техника и технология. – 2020. – № 4(25). – С. 12-18. – EDN MWFCVE.

[3] Гарькина, П. К. Компьютерное моделирование рецептурного состава сахарного печенья пониженной энергетической ценности / П. К. Гарькина, Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 56-65. – DOI 10.14529/food200307. – EDN BXAZEB.

[4] Доржиев В. В., Ринчино В. Б., Токарева В. О. Разработка технологии печенья функционального назначения //ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА. – 2022. – С. 33-38.

[5] Пушкарева Е. А., Губаненко Г. А. Разработка технологии овсяного печенья с использованием пектиновых веществ древесной зелени сосны обыкновенной //Наука и устойчивое развитие общества. Наследие ВИ Вернадского. – 2013. – №. 9. – С. 58-59.

[6] Кубанкова Г. В., Скрипко О. В., Доценко С. М. Разработка технологии овсяного печенья функционального назначения //Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, произ. – 2014. – С. 93.

[7] Патент № 2579488 C1 Российская Федерация, МПК A21D 8/02. Способ производства хлебобулочных изделий : № 2014146596/13 : заявл. 19.11.2014 : опубл. 10.04.2016 / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет». – EDN UOANLF.

technology and technology. - 2020. - No. 4 (25). - P. 12-18. - EDN MWFCVE.

[3] Garkina, P. K. Computer modeling of the recipe composition of sugar cookies with reduced energy value / P. K. Garkina, G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2020. – Vol. 8, No. 3. – P. 56-65. – DOI 10.14529/food200307. – EDN BXAZEB.

[4] Dorzhiev V. V., Rinchino V. B., Tokareva V. O. Development of technology for functional cookies // EDUCATION AND SCIENCE. – 2022. – P. 33-38.

[5] Pushkareva E. A., Gubanenko G. A. Development of technology for oatmeal cookies using pectin substances of Scots pine wood greenery // Science and sustainable development of society. Legacy of V. I. Vernadsky. – 2013. – No. 9. – P. 58-59.

[6] Kubankova G. V., Skripko O. V., Dotsenko S. M. Development of functional-purpose oatmeal cookies technology // Innovations in the Food Industry: Education, Science, Production. – 2014. – P. 93.

[7] Patent No. 2579488 C1 Russian Federation, IPC A21D 8/02. Method for producing bakery products: No. 2014146596/13: declared. 19.11.2014: published. 10.04.2016 / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin [et al.]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Penza State Technological University». – EDN UOANLF.

**Сведения об авторах**

**Базина Ирина Петровна**
студент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
**E-mail:**

**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

**Information about the authors**

**Bazina Irina Petrovna**
student of the department «Food productions»
Penza State Technological University
**E-mail:**

**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

УДК 664:634.18

# Разработка рецептуры и технологии производства мясных снеков «джерки» из различных видов мяса

*Блинохватов А.А., Пияйко П.И.*

**Аннотация.** В данной работе рассматриваются вопросы разработки рецептуры и технологии производства мясных снеков типа «джерки» из различных видов мяса, включая говядину, конину и оленину. Целью исследования является разработка новых рецептур и технологических режимов, которые обеспечивают высокое качество и безопасность готового продукта. Использованные методы включают органолептические, физико-химические и микробиологические исследования, а также методы дегидрирования для обеспечения долговечности продукта. Результаты показывают, что мясо «джерки», приготовленное с использованием предложенных рецептур, обладает высокой питательной ценностью и стабильностью в хранении, а также хорошими органолептическими характеристиками. Практическая значимость работы заключается в разработке новых технологических решений, которые могут быть внедрены в промышленное производство мясных снеков. Новизна работы заключается в применении нестандартных видов сырья, таких как конина и оленина, для производства мясных снеков, что расширяет ассортимент и удовлетворяет спрос на диетические продукты.

**Ключевые слова:** мясные снеки, джерки, рецептура, дегидрирование, органолептические характеристики, технологический процесс.

**Для цитирования:** Блинохватов А.А., Пияйко П.И. Разработка рецептуры и технологии производства мясных снеков «джерки» из различных видов мяса // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 16–21.

# Development of the recipe and technology for the production of meat snacks «jerky» from various types of meat

*Blinokhvatov A.A., Piyaiko P.I.*

**Abstract.** This paper discusses the development of the recipe and technology for the production of meat snacks of the «jerky» type from various types of meat, including beef, horse meat and venison. The purpose of the study is to develop new formulations and technological modes that ensure high quality and safety of the finished product. The methods used include organoleptic, physicochemical and microbiological studies, as well as dehydrogenation methods to ensure the longevity of the product. The results show that jerky meat prepared using the proposed recipes has a high nutritional value and stability in storage, as well as good organoleptic characteristics. The practical significance of the work lies in the development of new technological solutions that can be implemented in the industrial production of meat snacks. The novelty of the work lies in the use of non-standard raw materials, such as horse meat and venison, for the production of meat snacks, which expands the range and meets the demand for dietary products.

**Keywords:** meat snacks, jerky, recipe, dehydrogenation, organoleptic characteristics, technological process.

**For citation:** Blinokhvatov A.A., Piyaiko P.I. Development of the recipe and technology for the production of meat snacks «jerky» from various types of meat. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 16–21. (In Russ.).

**Введение**

Мясные снековые продукты, такие как «джерки», представляют собой популярный продукт питания, который сочетает в себе высокое содержание белка, низкое содержание жиров и удобство в хранении и транспортировке [5]. Они широко используются как в качестве быстрого перекуса, так и в спортивном питании, благодаря своей питательной ценности и долговечности без необходимости в охлаждении. С развитием современных технологий переработки и повышением интереса к здоровому питанию, производители стремятся создавать новые рецептуры мясных снеков, которые отвечают высоким стандартам качества и здоровья.

В России рынок мясных снеков демонстрирует положительную динамику роста, с увеличением спроса на продукты, богатые белками и функциональными добавками [6]. На основании анализа научной литературы, можно отметить, что большинство исследований сосредоточено на улучшении технологических процессов и увеличении срока хранения, однако использование нестандартных видов мяса, таких как конина и оленина, ещё не получило достаточного распространения.

Недавние исследования в области переработки пищи и создания мясных продуктов подчеркивают необходимость улучшения технологии производства, чтобы повысить органолептические свойства и улучшить питательную ценность продуктов [7]. В то же время, продолжается исследование различных видов мяса для создания уникальных рецептур с повышенной питательной ценностью и улучшенными вкусом и текстурой [2].

Целью данной работы является разработка рецептуры и технологии производства мясных снеков «джерки» из различных видов мяса.

Разработка эффективных методов переработки, а также поиск оптимальных сочетаний мясных ингредиентов, представляют собой важные аспекты, которые помогут улучшить вкусовые качества, а также удовлетворить запросы современных потребителей на здоровое и питательное питание. В рамках исследования были поставлены задачи: разработка рецептур и проведение органолептических и физико-химических исследований.

**Объекты и методы исследований**

Объекты исследования – мясо (говяжья вырезка, конина и оленина), соевый соус, специи, нитритная соль, мясо «джерки» из различного сырья.

В качестве методов исследования, использованных при проведении оценки качества сырья и готовой продукции мясных снеков, применяли:

Физико-химические методы: Массовую долю жира классическим методом по ГОСТ 31762-2012. Массовую долю белка ГОСТ 9792-73. Массовую долю влаги по ГОСТ 31762-2012.

Органолептические методы: Продукты оценивали по 5-балльной шкале для таких показателей, как вкус, запах, вид на разрезе, внешний вид, форма и размер.

Микробиологические методы: Определение уровня санитарно-показательных микроорганизмов: КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15-94; БГКП (колиформы) по ГОСТ ГОСТ 31747-2012; аутогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы по ГОСТ 31659-2012; Плесени и дрожжи по ГОСТ 10444.12, ГОСТ 10444.15.

Биохимические методы: Определение аминокислотного состава сырья. Расчет аминокислотного скора мяса (говядина, конина, лосятина).

Технологии приготовления мяса «джерки» из различного сырья включала следующие этапы:

- Подготовка сырья: срезают излишки жира (если имеются), срезают пленки и фасции с мяса.
- Охлаждение мяса, подмораживание. Для этого мясная заготовка помещается на 20-30 минут морозильную камеру.
- Нарезка слайсами. Рекомендуется нарезка слайсами не более 5 мм. Это необходимо, чтобы мясо полноценно промариновалось.
- Смешивание ингредиентов для маринада. Помещают в него нарезку и оставляют мариноваться на 12 часов в холодильной камере. Верх посуды (контейнера) затягивают пленкой, сверху ставят груз.
- Дегидрирование маринованного мяса. Так же можно использовать пароконвектомат или духовой шкаф, при наличии режима конвекции. Температура – 60-65 °С. Время дегидрирования 8-12 часов, в зависимости от типа мяса и толщины слайсов. Особой разницы по времени сушки мяса «джерки» из говядины, конины и лосятины не было.
- Остывание мясных слайсов, чтобы проверить их на готовность. Они должны легко гнуться, но не крошиться.
- Подсушивание: Мясо «джерки» перекладывают в открытую посуду и подсушивают при комнатной температуре от 3 до 20 часов.

Основные этапы технологического процесса (нарезка, маринование, дегидратация, охлаждение и окончательная сушка) показаны на рисунках 1-4.

**Результаты и их обсуждение**

В результате эксперимента были разработаны три рецептуры для производства снеков «джерки» из говядины, конины и оленины (таблица 1). Все рецептуры включают соевый соус, нитритную соль, чеснок и специи, что обеспечило улучшение вкусовых и ароматических характеристик готовой продукции. Технологический процесс включал

Рис. 1. Нарезка подготовленного куска говядины на слайсы

Рис. 2. Маринование подготовленных мясных слайсов

Рис. 3. Дегидратация мяса «джерки» в бытовом дегидраторе

Рис. 4. Охлаждение и окончательная сушка

подготовку мяса (нарезка, маринование), дегидрирование и охлаждение.

Результаты органолептических испытаний (таблица 2) показали, что мясо «джерки» из конины и оленины имеет более выраженный вкус и аромат по сравнению с говядиной, что делает их предпочтительными для определённой аудитории потребителей.

Результаты исследования, проведенного с целью разработки рецептуры и технологии производства мясных снеков «джерки» из различных видов мяса (говядины, конины и оленины), показали существенные различия в их физико-химическом составе, органолептических характеристиках и пищевой ценности.

Исследование показало, что мясо различных видов имеет различное содержание белков, жиров и воды. Так, содержание белка в говядине составило 18,7% (для первой категории) и 19,9% (для второй категории), что подтверждает её высокую питательную ценность. В то же время, жирность говядины варьировалась от 9,7% (II категория) до 16,1% (I категория). Уровень влаги в говядине составил 64,4% (для I категории) и 68,3% (для II категории), что также указывает на её относительно высокую влажность.

Конина продемонстрировала значительно более низкое содержание жира (9,9%) и высокое содержание белка (19,5%). Влага в конине составила 69,6%, что делает её более диетическим продуктом по сравнению с говядиной, с потенциально более низким уровнем калорий.

Оленина, в свою очередь, имеет ещё более низкое содержание жира (8,5%) и высокое содержание белка (19,5%). Уровень влаги в оленине составил 71%, что подтверждает её диетические свойства и делает её пригодной для создания низкокалорийных мясных снеков.

Органолептическая оценка продукции показала, что все виды мяса, использованные в производстве «джерки», обладают высокими вкусовыми и ароматическими характеристиками. Продукты, изготовленные из говядины, конины и оленины, имели приятный вкус и аромат, соответствующие характеру используемого мяса. В частности, говядина характеризовалась мягкой консистенцией и нейтральным вкусом, что делает её подходящей для широкой аудитории. Конина продемонстрировала более насыщенный и ярко выраженный вкус, предпочтительный для потребителей, ищущих насыщенные мясные ароматы. Оленина, в свою очередь, имела наиболее выраженный вкус и аромат, что делает её особенно привлекательной для ценителей специфических мясных продуктов.

Микробиологические исследования показали, что уровень мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных бактерий (КМАФАнМ) в исследуемых образцах мяса был значительно ниже допусти-

Таблица 1 – Состав рецептуры мяса «джерки»

| Наименование сырья | Говядина | Конина | Оленина |
|---|---|---|---|
| Говядина мякоть | 1000 г | | |
| Конина мякоть | | 1000 г | |
| Оленина мякоть | | | 1000 г |
| Соевый соус | 230 г | 230 г | 230 г |
| Соль нитритная | 5 г | 5 г | 5 г |
| Сахар-песок | 30 г | 30 г | 30 г |
| Чеснок сухой | 20 г | 20 г | 20 г |
| Перец черный | 5 г | 5 г | 5 г |
| Паприка копченая | 10 г | 10 г | 10 г |

Таблица 2 - Оценка органолептических показателей мясных снеков

| Показатели качества | Количество баллов при оценке | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Плохо |
| Вкус и запах | 5 | 4 | 3 | 1-2 |
| Вид на разломе | 5 | 4 | 3 | 1-2 |
| Цвет | 5 | 4 | 3 | 1-2 |
| Внешний вид | 5 | 4 | 3 | 1-2 |
| Форма и размер | 5 | 4 | 3 | 1-2 |

мого уровня ($1\times10^3$ КОЕ/г), что свидетельствует о высокой санитарной безопасности продукции. Наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП), сальмонелл и стафилококков также не превышало допустимых значений, что подтверждает микробиологическую безопасность мяса и его соответствие санитарным требованиям.

Продукты из мяса «джерки» из различных видов сырья продемонстрировали высокую питательную ценность, преимущественно за счёт высокого содержания белка. Энергетическая ценность мясных снеков была определена в зависимости от содержания жиров и белков в каждом виде мяса.

В говядине содержание белка составило 18,7%, а жиров — 16,1%, с общей энергетической ценностью 337,3 ккал на 100 г продукта.

В конине белки составляют 19,5%, а жиры — 9,9%, с энергетической ценностью 167,1 ккал на 100 г.

Оленина содержит 19,5% белка и 8,5% жиров, что даёт ей калорийность 155,0 ккал на 100 г.

Эти данные подтверждают, что мясо, используемое для производства «джерки», является высококачественным источником белка с разнообразной калорийностью в зависимости от используемого сырья. Конина и оленина, имея более низкое содержание жира, подходят для создания диетических и низкокалорийных продуктов.

Таким образом, результаты исследования подтверждают высокое качество и безопасность мяса, используемого для производства «джерки», а также его высокую питательную ценность и соответствие нормативным требованиям. Эти данные могут быть использованы для разработки оптимальных рецептур и технологий для производства мясных снеков с заданными характеристиками.

Говядина, как традиционное мясо для производства мясных снеков, продемонстрировала оптимальные показатели для массового производства. Высокое содержание белка (18,7–19,9%) и жира (9,7–16,1%) делает её хорошим выбором для создания продукта, подходящего для широкой аудитории. Однако, в сравнении с кониной и олениной, говядина имеет более высокое содержание жира, что делает её менее предпочтительной для людей, следящих за потреблением калорий.

Конина, благодаря своему низкому содержанию жира (9,9%) и высокому уровню белка (19,5%), является диетическим продуктом, что делает её привлекательной для потребителей, стремящихся к снижению массы тела или соблюдающим диету. Эти данные подтверждают результаты других исследований, которые указывают на высокую пищевую ценность конины и её использование в диетическом питании [1]. Кроме того, конина имеет хороший вкус и аромат, что добавляет ценности к этому виду мяса в производстве «джерки».

Оленина, в свою очередь, является наиболее диетическим вариантом, с самым низким содержанием жира (8,5%) и высоким содержанием белка (19,5%). Её калорийность (155,0 ккал на 100 г) и высокая концентрация витаминов и минералов (например, витамины группы В и железо) делают её привлекательным сырьём для производства здоровых и питательных снеков. Эти характеристики оленины также находят подтверждение в научных статьях, которые акцентируют внимание на её низкой калорийности и диетических свойствах [4]. Несмотря на это, оленина имеет более выраженный вкус, что может ограничивать её массовое потребление в сравнении с более нейтральными мясами, такими как говядина.

Данные по пищевой ценности продуктов также подтверждают, что мясо «джерки», произведённое из говядины, конины и оленины, имеет высокое содержание белка и низкое содержание жира, что делает эти продукты не только вкусными, но и полезными для потребителей, стремящихся к поддержанию здорового образа жизни. Это согласуется с

другими исследованиями, которые указывают на необходимость использования мяса с низким содержанием жира в производстве мясных снеков для повышения их диетической ценности [3].

**Выводы**

Таким образом, разработка рецептур и технологии производства мясных снеков «джерки» из различных видов мяса, включая говядину, конину и оленину, показала высокую эффективность. Применение предложенных технологий позволит улучшить качество продукции и расширить ассортимент мясных снеков на российском рынке. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию процессов сушки и разработки новых вкусовых сочетаний для удовлетворения потребностей потребителей.

**Литература**


[1] Касымов С. К., Ребезов М. Б. Разработка функциональных продуктов питания для экологически неблагоприятных регионов //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2015. – Т. 3. – №. 3. – С. 83-91.

[2] Меренкова С. П., Савостина Т. В. Практические аспекты использования растительных белковых добавок в технологии мясных продуктов //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2. – №. 1. – С. 23-29.

[3] Рыгалова Е. А., Воробьёва А. В. Разработка рецептур и технологии фаршевых мясных чипсов с ягодами брусники //Научно-практические аспекты развития АПК. – 2023. – С. 237-242.

[4] Углов В. А. и др. Оценка технологических, физико-химических показателей оленины, говядины и создание продуктов функционального питания // АПК России. – 2018. – Т. 25. – №. 1. – С. 132-137.

[5] Фатьянов Е. В. и др. Исследование изменений физико-химических показателей при производстве мясных снеков //Аграрный научный журнал. – 2022. – №. 10. – С. 116-120.

[6] Шишкина Д. И., Шишкина Е. И., Соколов А. Ю. Научное обоснование производства мясных снеков функционального назначения //Инновации и инвестиции. – 2018. – №. 3. – С. 218-224.

[7] Bou R. et al. Dietary strategies to improve nutritional value, oxidative stability, and sensory properties of poultry products //Critical reviews in food science and nutrition. – 2009. – Т. 49. – №. 9. – С. 800-822.


**References**


[1] Kasymov S.K., Rebezov M.B. Development of functional food products for ecologically unfavorable regions // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology. - 2015. - Vol. 3. - No. 3. - Pp. 83-91.

[2] Merenkova S.P., Savostina T.V. Practical aspects of the use of plant protein additives in meat product technology // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology. - 2014. - Vol. 2. - No. 1. - Pp. 23-29.

[3] Rygalova E.A., Vorobyova A.V. Development of recipes and technology of minced meat chips with lingonberries // Scientific and practical aspects of the development of the agro-industrial complex. - 2023. - Pp. 237-242.

[4] Uglov V. A. et al. Evaluation of technological, physicochemical indicators of venison, beef and creation of functional food products // AIC of Russia. - 2018. - Vol. 25. - No. 1. - P. 132-137.

[5] Fatyanov E. V. et al. Study of changes in physicochemical indicators in the production of meat snacks // Agrarian Scientific Journal. - 2022. - No. 10. - P. 116-120.

[6] Shishkina D. I., Shishkina E. I., Sokolov A. Yu. Scientific substantiation of the production of functional meat snacks // Innovations and Investments. - 2018. - No. 3. - P. 218-224.

[7] Bou R. et al. Dietary strategies to improve nutritional value, oxidative stability, and sensory properties of poultry products //Critical reviews in food science and nutrition. – 2009. – Т. 49. – No. 9. – pp. 800-822.

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

УДК 664.68

# Технологические решения с целью повышения пищевой ценности cake pops

*Бочкарева З.А., Медведева С.В.*

**Аннотация.** Трендом на рынке мучных кондитерских изделий становятся необычные по форме изделия с новыми сочетаниями вкусов. Cake pops –мучное кондитерское изделие, состоящее из крошкового бисквитного полуфабриката, смешанного с различными видами кремов и имеющее форму шарообразного леденца на палочке, покрытого глазурью. Цель работы: разработка технологии cake pops с добавлением в крошковый бисквитный полуфабрикат муки овсяной цельнозерновой и порошка облепихи. Объектами исследования явились cake pops из крошки бисквитного полуфабриката с частичной заменой муки пшеничной высшего сорта на муку овсяную цельнозерновую в количестве 25% (образец №1), 50% (образец №2), 75% (образец №3) и добавлением порошка облепихи. Проведен анализ пищевой ценности полуфабриката и готовых изделий по сравнению с прототипом, показано, что в образцах с цельнозерновой овсяной мукой содержатся пищевые волокна и их содержание возрастает с повышением содержания муки цельнозерновой овсяной. Замена в рецептуре муки пшеничной на овсяную повышает содержание дефицитных в питании минеральных веществ особенно в образцах №2 и №3. Все разработанные образцы по органолептическим показателям соответствовали требованиям к крошковым мучным кондитерским изделиям.

**Ключевые слова:** cake pops, мука овсяная цельнозерновая, порошок облепихи.

**Для цитирования:** Бочкарева З.А., Медведева С.В. Технологические решения с целью повышения пищевой ценности cake pops // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 22–27.

# Technological solutions to increase the nutritional value of cake pops

*Bochkareva Z.A., Medvedeva S.V.*

**Abstract.** Unusual shaped products with new flavor combinations are becoming a trend in the market of flour confectionery. Cake pops is a flour confectionery product consisting of a crumb biscuit semi–finished product mixed with various types of creams and shaped like a spherical lollipop covered with icing. The purpose of the work: to develop the cake pops technology with the addition of whole grain oat flour and sea buckthorn powder to a crumb biscuit semi-finished product. The objects of the study were cake pops from the crumbs of a semi-finished biscuit product with a partial replacement of premium wheat flour with whole grain oat flour in the amount of 25% (sample No. 1), 50% (sample No. 2), 75% (sample No. 3) and the addition of sea buckthorn powder. The analysis of the nutritional value of the semi-finished product and finished products in comparison with the prototype was carried out, it was shown that the samples with whole-grain oat flour contain dietary fiber and their content increases with increasing content of whole-grain oat flour. Replacing wheat flour with oat flour in the formulation increases the content of nutritionally deficient minerals, especially in samples No. 2 and No. 3. All the developed samples met the requirements for crumbly flour confectionery products in terms of organoleptic parameters.

**Keywords:** cake pops, whole grain oat flour, sea buckthorn powder.

**For citation:** Bochkareva Z.A., Medvedeva S.V. Technological solutions to increase the nutritional value of cake pops. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 22–27. (In Russ.).

**Введение**

Пропаганда здорового питания побуждает все большее количество людей следить за своим рационом. Ввиду данной тенденции пищевые технологи разрабатывают изделия, которые можно было бы представить как продукты, оказывающие положительное влияние на организм человека. На российском рынке только начинают завоевывать внимание потребителей такие изделия, как cake pops. Так как на российском рынке cake pops появились относительно недавно, их производственный потенциал все еще не раскрыт полностью, в том числе и с точки зрения здорового питания.

Cake pops – изделия, которые изготавливают на основе бисквитного крошкового полуфабриката. Cake pops - это маленькие пирожные на палочке. По принципу приготовления напоминают пирожное «Картошка». В сборниках рецептур советских времен существовали такие рецептуры, как «Любительское», «Буковинский орех», «Яблоко глазированное», «Бочонок глазированный» и др. Таким образом, технология изготовления этого изделия не является абсолютно новым видом технологии, но расширение ассортимента за счет оформления и использования наполнителей привлекает внимание потребителей. Одной из крупнейших компаний, обратившей внимание на появление столь «нашумевшей» новинки, стала Starbucks. Она реализовала торговлю cake pops с различными вкусами через свою обширную сеть кофейных заведений, но данное кондитерское изделие в России еще не завоевало свою нишу на рынке массового потребителя. Для приготовления кондитерского изделия российские предприниматели используют, в основном, традиционную технологию приготовления крошковых пирожных. Данное мучное кондитерское изделие может быть приготовлено не только традиционным способом, но его можно обогащать различными функциональными ингредиентами, добавляя последние как в крошковую основу, так и кремы. Для обогащения изделия и придания различных вкусов cake pops применяют такие добавки, как пюре из моркови, расторопшу, чернослив, льняную муку. Добавки вводят в тесто в качестве дополнительных ингредиентов, частично замещая сырье, первоначально предусмотренное рецептурой. Это позволяет обеспечить более высокую пищевую ценность cake pops.

Технологии производства бисквитного полуфабриката с различными видами муки рассмотрены в работах [1, 2, 3].

Овёс – богатый источник питательных веществ, поэтому мука овсяная цельнозерновая, используемая для производства мучных изделий может повысить их ценность за счет минеральных веществ, витаминов и пищевых волокон [4,5].

Сушеные плоды облепихи в виде порошка не теряют своих полезных свойств и содержат такие витамины как A,E, B6, β-каротины, минеральные вещества калий , магний, железо, марганец, а также пищевые волокна [6].

Цель работы: разработка технологии Cake pops с добавлением в крошковый бисквитный полуфабрикат муки овсяной цельнозерновой и порошка облепихи.

**Объекты и методы исследований**

Объектами исследования являлись: мука пшеничная высшего сорта, мука овсяная цельнозерновая, порошок облепихи, полуфабрикат бисквит (основной) по рецептуре №1 нормативного сборника рецептур на торты, пирожные и т.д., полуфабрикат бисквитный с частичной заменой муки пшеничной высшего сорта на муку овсяную цельнозерновую в количестве 25% (образец №1), 50% (образец №2), 75% (образец №3) и добавлением 1% порошка из облепихи к массе полуфабриката, готовые изделия из крошкового бисквитного полуфабриката с мукой овсяной цельнозерновой и порошком облепихи .

Определение показателей качества основного и обогащающего сырья, образцов изделий проводили по общепринятым методикам, установленным в действующей нормативной документации.

Технологический процесс состоял из подготовки сырья, приготовления теста для бисквитного полуфабриката его формования и выпечки в течение 40-45 минут при температуре 205-210°С, выстаивания в течение 8-10 часов при температуре 18-20 °С, измельчения бисквита в крошку, приготовления крема из сметаны 20% и сахара, соединения бисквитной крошки и крема в однородную массу, формование заготовок и охлаждение cake pops; покрытие глазурью и украшение кокосовой стружкой.

**Результаты и их обсуждение**

Замена пшеничной муки высшего сорта на муку цельнозерновую овсяную в крошковом полуфабрикате для Cake pops должна быть оправдана, т.к. предусматривает частичное изменение технологии производства бисквитного полуфабриката. Частичная замена пшеничной муки на муку овсяную цельнозерновую может изменить органолептические показатели готовой продукции, что связано с уменьшением содержания клейковины, появлением отрубных частиц и слизистых веществ в виде β-глюканов – растворимых пищевых волокон. В таблице 1 рассмотрен химический состав муки пшеничной высшего сорта и муки овсяной цельнозерновой.

При сравнительном анализе рассматриваемых видов муки отмечено, что мука овсяная цельнозерновая превосходит по содержанию пищевых волокон пшеничную муку высшего сорта в 3,42 раза, по содержанию следующих витаминов: B1 в 2,76 раза, B2 в 3 раза, B6 в 8 раз, B9 в 2 раза, E в 6 раз, по содержанию дефицитных минеральных веществ: калия в 3,45 раза, кальция в 6,5 раз, магния в 8,43

Таблица 1 - Сравнение содержания пищевых веществ в муке пшеничной высшего сорта и муке овсяной цельнозерновой (на 100 г продукта) [7]

| Наименование пищевого вещества | Содержание пищевых веществ в муке пшеничной высшего сорта | Содержание пищевых веществ в муке овсяной цельнозерновой |
|---|---|---|
| Белки, г | 10,8 | 10 |
| Жиры, г | 1,3 | 6,2 |
| Углеводы, г | 69,9 | 55,1 |
| Пищевые волокна, г | 3,5 | 12 |
| Минеральные вещества | | |
| Калий, мг | 122 | 421 |
| Кальций, мг | 18 | 117 |
| Магний, мг | 16 | 135 |
| Фосфор, мг | 86 | 361 |
| Железо, мг | 1,2 | 5,5 |
| Марганец, мг | 0,57 | 4 |
| Селен, мкг | 6 | 34 |
| Витамины | | |
| $B_1$, мг | 0,17 | 0,47 |
| $B_2$, мг | 0,04 | 0,12 |
| $B_3$, мг | 1,2 | 1,5 |
| $B_6$, мг | 0,02 | 0,16 |
| $B_9$, мкг | 27 | 56 |
| E, мг | 0,25 | 1,5 |

раза, железа в 4,5 раза, необходимого микроэлемента селена в 5,6 раза.

В соответствии с данными таблицы можно сказать, что частичная замена пшеничной муки на цельнозерновую овсяную будет способствовать повышению пищевой ценности мучных кондитерских изделий.

Так как мука овсяная цельнозерновая и порошок облепихи для обогащения были добавлены в бисквит основной, была рассмотрена пищевая ценность образцов бисквитного полуфабриката, данные представлены в таблице 2.

Исходя из данных таблицы, можно отметить, что показатели содержания белков, жиров и углеводов изменяются незначительно, при этом содержание белков уменьшается, что связано с тем, что в муке овсяной цельнозерновой содержится 10 г белков на 100 г, а в муке высшего сорта 10,8 г, что немного больше, чем в муке овса. Содержание жиров увеличивается, т.к. в муке овсяной цельнозерновой и порошке облепихи содержатся жиры в большем количестве, чем в муке пшеничной высшего сорта. Содержание простых углеводов в образцах уменьшается по сравнению с прототипом: в образце №1 на 10%, в образце №2 на 12%, в образце №3 на 13%. При этом в образцах с мукой овсяной цельнозерновой содержатся пищевые волокна и их содержание возрастает с повышением содержания муки цельнозерновой овсяной. Энергетическая ценность немного выше в прототипе, в образцах одинаковая.

Исследование только бисквитной основы не показывает пищевую и энергетическую ценность разрабатываемых cake pops, поэтому определяли пищевую ценность готовых изделий, в состав кото-

Таблица 2 - Пищевая ценность бисквитной основы для cake pops

| Наименование изделий | Белки, г | Жиры, г | Углеводы, г | Пищевые волокна, г | Энергетическая ценность, ккал |
|---|---|---|---|---|---|
| Прототип | 10,37 | 7,01 | 60,11 | 0,98 | 345 |
| Образец 1 с содержанием 25% овсяной муки | 9,91 | 7,38 | 54,24 | 1,41 | 323 |
| Образец 2 с содержанием 50% овсяной муки | 9,87 | 7,66 | 53,38 | 1,9 | 321 |
| Образец 3 с содержанием 75% овсяной муки | 9,8 | 7,94 | 52,5 | 2,41 | 320 |

Таблица 3 - Пищевая ценность прототипа и образцов cake pops

| Наименование изделий | Белки, г | Жиры, г | Углеводы, г | Пищевые волокна, г | Энергетическая ценность, ккал |
|---|---|---|---|---|---|
| Прототип | 11,42 | 13,52 | 75,87 | 0,98 | 470 |
| Образец 1 с содержанием 25% овсяной муки | 10,96 | 13,89 | 70,1 | 1,41 | 449 |
| Образец 2 с содержанием 50% овсяной муки | 10,92 | 14,17 | 69,24 | 1,9 | 448 |
| Образец 3 с содержанием 75% овсяной муки | 10,85 | 14,45 | 68,36 | 2,41 | 446 |

Таблица 4 - Минеральный состав прототипа и образцов cake pops

| Наименование изделий | Прототип | Образец 1 | Образец 2 | Образец 3 |
|---|---|---|---|---|
| Калий, мг | 148 | 206 | 252 | 296 |
| Кальций, мг | 49 | 51,75 | 72 | 81,6 |
| Магний, мг | 15,25 | 38 | 56,1 | 74,16 |
| Фосфор, мг | 138,7 | 139,6 | 181,2 | 223 |
| Железо, мг | 1,68 | 2,01 | 2,66 | 3,3 |
| Марганец, мг | 0,16 | 0,98 | 1,49 | 2 |
| Селен, мкг | 18,5 | 13,5 | 17,8 | 22 |

рых входят достаточно калорийные продукты, такие как кондитерская глазурь белая, сахар, сметана, кокосовая стружка. Данные отражены в таблице 3.

Таким образом, при формовании и оформлении возрастает энергетическая ценность изделий в 1,36-1,39 раз. При этом надо учитывать, что масса одного пирожного не будет превышать 50 гр.

Минеральный состав бисквитной основы для cake pops показан в таблице 4.

Сравнивая показатели таблицы 4 с данными химического состава муки высшего сорта и муки овсяной цельнозерновой повышение содержания минеральных веществ ожидаемо. Содержание всех макро- и микроэлементов во всех 3 образцах возрастает по сравнению с прототипом.

При выпечке бисквита для крошкового полуфабриката определяли изменение удельного объема, несмотря на то, что этот показатель не является определяющим при изготовлении Cake pops. Результаты исследования показали, что удельный объем (см³/г) готовых полуфабрикатов уменьшался в образцах №2 и №3. В бисквитный полуфабрикат основной для снижения клейковины добавляют

Таблица 6 - Физико-химические показатели cake pops

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|---|
| Массовая доля сухих веществ, %, не менее | 73,91 |
| Масса готового изделия, г, не более | 50 |
| Массовая доля жира, %, не более | 23,6 |
| Массовая доля сахара, %, не менее | 52,2 |

крахмал, но в разрабатываемых образцах крахмал не добавляли, т.к. мука овсяная цельнозерновая не содержит клейковины, что ведет к снижению силы муки. Поэтому изменения удельного объема бисквитного полуфабриката в образце №1 не произошло. В образце №2 с 50% -ным содержанием муки овсяной удельный объем уменьшился на 4,5%, в образце №3 – на 9%. При этом все 3 образца были разрыхленными и при измельчении бисквитных полуфабрикатов всех образцов разницы не ощущалось.

По органолептическим показателям, изделия соответствовали требованиям к мучным кондитерским изделиям и имели следующие показатели, указанные в таблице 5.

По органолептическим показателям изделия отличались по цвету и вкусу, образец №3 имел более темный цвет на разрезе и легкую кислинку. Мука овсяная цельнозерновая имеет более высокий показатель кислотности по сравнению с мукой пшеничной высшего сорта, поэтому образец №3 имел более кислый вкус. Добавление же порошка облепихи может также повысить кислотность изделий, но по данным [8] добавление кислых фруктовых порошков увеличивает стойкость к окислению жиров, что связано с высокой антиоксидантной активностью порошка ягод.

Таблица 5 – Органолептические показатели прототипа и образцов cake pops

| Наименование показателя | Прототип | Образец 1 с содержанием 25% овсяной муки | Образец 2 с содержанием 50% овсяной муки | Образец 1 с содержанием 75% овсяной муки |
|---|---|---|---|---|
| Внешний вид | Изделия шарообразной формы на палочках, покрыты ровным слоем глазури и украшены кокосовой стружкой. Поверхность без вмятин и трещин | | | |
| Вид на разрезе, цвет | Однородная масса светлого цвета, обрамленная тонким слоем белой глазури | Однородная масса светлого цвета, с коричневатыми вкраплениями, обрамленная тонким слоем белой глазури | Однородная масса светло-коричневого цвета, обрамленная тонким слоем белой глазури | Однородная масса серо-коричневого оттенка, обрамленная тонким слоем белой глазури |
| Консистенция | Мягкая, но держит форму, увлажненная | | | |
| Запах | Свойственный ингредиентам, входящим в состав, без посторонних запахов | | | |
| Вкус | Сладкий, свойственный ингредиентам, входящим в состав, без посторонних привкусов | Сладкий, свойственный ингредиентам, входящим в состав, без посторонних привкусов | Сладкий, свойственный ингредиентам, входящим в состав, без посторонних привкусов | Сладкий, свойственный ингредиентам, входящим в состав, с легким привкусом овсяной муки и легкой кислинкой без посторонних привкусов |

По физико-химическим показателям изделия должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 6.

**Выводы**

Разработка новых видов cake pops с улучшенными питательными свойствами способствует расширению ассортимента мучных кондитерских изделий. Замена части пшеничной муки высшего сорта на муку овсяную цельнозерновую и добавление порошка облепихи в бисквитном полуфабрикате влияет на повышение содержания минеральных веществ в разрабатываемых cake pops. Все образцы с содержанием 25%, 50% и 75 % муки овсяной цельнозерновой имели приемлемые органолептические показатели. Результат исследований показал, что частичная замена муки пшеничной на муку овсяную цельнозерновую возможна для изготовления не только изделия из крошкового полуфабриката, но и для производства других бисквитных изделий, например, пирожных и тортов с повышенной пищевой ценностью.

**Литература**


[1] Оценка влияния амарантовой муки на качество бисквитных полуфабрикатов / Андреева Е.Н., Ножников Д.А., Селюков И.В., Белявская И.Г. / В сборнике: Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Сборник статей V Международной научно-практической конференции в рамках VI Научно-практического форума «День хлеба и соли». Пенза, 2025. С. 29-35

[2] Москвичева Е.В., Тимошенкова И.А. Применение миндальной муки при производстве безглютеновых кондитерских изделий. В сборнике: Балтийский морской форум. Материалы VIII Международного Балтийского морского форума: в 6 т. 2020. С. 76-81.

[3] Каплин И.Д. Разработка рецептуры бисквитов с использованием муки из кукурузного зародыша / Матрица научного познания. 2020. № 7. С. 83-90.

[4] Бочкарева З.А. Сравнительная характеристика мясных рубленых изделий с продуктами переработки овса / Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 85-91.

[5] Самсонова Е.Д., Красноштанова А. А. Повышение пищевой ценности и полезных свойств продуктов с использованием овсяной муки / Успехи в химии и химической технологии. 2020. №11 (234).

[6] Махаева Л.А., Селезнёва Г.К. Использование порошка облепихи в мучных кондитерских изделиях / Вестник КрасГАУ. 2017. № 6 (129). С. 79-85.

[7] Химический состав российских пищевых продуктов: (16.04.2025).

[8] Анисимова Л.В., Солтан О.И.А. Влияние ягод брусники на стойкость при хранении мучной композитной смеси на основе овсяной муки / Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. № 2-3 (368-369). С. 64-68.


**References**


[1] Assessment of the effect of amaranth flour on the quality of biscuit semi-finished products/ Andreeva E.N., Nozhnikov D.A., Selyukov I.V., Belyavskaya I.G./ In the collection: Food technologies of the future: innovations in production and processing of agricultural products. Collection of articles of the V International scientific and practical conference within the framework of the VI Scientific and practical forum «Day of Bread and Salt». Penza, 2025. P. 29-35. (In Russ.).

[2] Application of almond flour in the production of gluten-free confectionery/ Moskvicheva E.V., Timoshenkova I.A./ In the collection: Baltic Maritime Forum. Proceedings of the VIII International Baltic Maritime Forum: in 6 volumes. 2020. P. 76-81. (In Russ.).

[3] Development of a biscuit recipe using corn germ flour / Kaplin I.D. / Matrix of scientific knowledge. 2020. No. 7. P. 83-90. (In Russ.).

[4] Bochkareva Z.A. Comparative characteristics of minced meat products with oat processing products / Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2015. No. 4. P. 85-91. (In Russ.).

[5] Increase the nutritional value and useful properties of products using oatmeal/ Samsonova E.D., Krasnoshtanova A.A./ Advances in chemistry and chemical technology. 2020. No. 11 (234). (In Russ.).

[6] The use of sea buckthorn powder in pastry products/ Makhaeva L.A., Seleznyova G.K./ the Bulletin of KrasGAU/ 2017. No 6 (129). P. 79-85. (In Russ.).

[7] Chemical composition of Russian food products: (16.04.2025). (In Russ.).

[8] Influence of lingonberry fruits on storage stability of flour composite based on oat flour/ Anisimova L.V., Soltan O.I.A./ Izvestiya vuzov. Food technology/ 2019. No 2-3 (368-369). P. 64-68. (In Russ.).

| **Сведения об авторах** | **Information about the authors** |
|---|---|
| **Бочкарева Зенфира Альбертовна**<br>кандидат технических наук<br>доцент кафедры «Пищевые производства»<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»<br>440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11<br>**Тел.:** +7(927) 094-79-49<br>**E-mail:** bochkarievaz@mail.ru | **Bochkareva Zenfira Albertovna**<br>PhD in Technical Sciences<br>associate professor at the department of «Food productions»<br>Penza State Technological University<br>**Phone:** +7(927) 094-79-49<br>**E-mail:** bochkarievaz@mail.ru |
| **Медведева София Валерьевна**<br>студент кафедры «Пищевые производства»<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»<br>440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11<br>**E-mail:** | **Medvedeva Sofia Valerievna**<br>student of the department «Food productions»<br>Penza State Technological University<br>**E-mail:** |

УДК 664.67:633.852:633.89

# Влияние порошка свеклы и порошка из семян пажитника на качество пшенично-ржаного хлеба

*Кудряков Д.Н., Гарькина П.К.*

**Аннотация.** Разработка рецептур и технологий хлеба с применением сырья с высоким содержанием функциональных пищевых ингредиентов обусловливает профилактику дефицита питательных веществ в организме человека, сохранение и улучшение его здоровья. Приведены результаты исследований возможности применения свекольного порошка и порошка из семян пажитника в технологии хлеба из пшеничной и ржаной муки. Обосновано применение смеси взамен части пшеничной муки. Исследованы органолептические показатели изделия с применением смеси. Определена рациональная дозировка смеси в рецептуре хлеба пшенично-ржаного.

**Ключевые слова:** хлеб пшенично-ржаной, порошок свекольный, порошок из семян пажитника, рецептура, органолептические показатели, степень удовлетворения суточной потребности.

**Для цитирования:** Кудряков Д.Н., Гарькина П.К. Влияние порошка свеклы и порошка из семян пажитника на качество пшенично-ржаного хлеба // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 28–32.

# The effect of beetroot powder and fenugreek seed powder on the quality of wheat-rye bread

*Kudryakov D.N., Garkina P.K.*

**Abstract.** The development of bread recipes and technologies using raw materials with a high content of functional food ingredients determines the prevention of nutrient deficiency in the human body, the preservation and improvement of its health. The results of research on the possibility of using beetroot powder and fenugreek seed powder in the technology of bread made from wheat and rye flour are presented. The use of a mixture instead of a part of wheat flour is justified. The organoleptic characteristics of the product using a mixture have been studied. The rational dosage of the mixture in the recipe of wheat-rye bread has been determined.

**Keywords:** wheat-rye bread, beetroot powder, fenugreek seed powder, formulation, organoleptic parameters, the degree of satisfaction of daily needs.

**For citation:** Kudryakov D.N., Garkina P.K. The effect of beetroot powder and fenugreek seed powder on the quality of wheat-rye bread. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 28–32. (In Russ.).

## Введение

В современном мире все больше людей ориентируется на здоровый образ жизни и правильное питание. Поэтому важно искать новые инновационные способы улучшения качества продуктов, включая хлеб. В последнее время все большую популярность приобретает использование натуральных ингредиентов, таких как порошок свеклы и пажитник, при выпечке хлеба белого. Свекольный порошок является полезным источником витаминов и микроэлементов, а также придает особый аромат и специфический цвет выпечке.

По своим свойствам пажитник является природным адаптогеном, антиоксидантом и иммуномодулятором. В первую очередь, он известен как натуральное средство для повышения работоспособности и энергичности. Содержащиеся в пажитнике аминокислоты, витамины группы В и ценные минералы повышают устойчивость организма к высоким физическим нагрузкам, помогают при слабости и хроническом переутомлении.

Хлеб ржано-пшеничный изготавливается из смеси ржаной сеяной и пшеничной муки высшего сорта. Этот вид хлеба обладает рядом полезных свойств благодаря высокому содержанию клетчатки, витаминов группы В, магния, фосфора и других микроэлементов. Он также имеет низкий гликеми-

ческий индекс, что делает его подходящим для людей, следящих за своим здоровьем.

Важно отметить, что качество хлеба ржано-пшеничного зависит от многих факторов, включая качество сырья, соблюдение технологического процесса и условий хранения.

Хлеб ржано-пшеничный уже содержит множество полезных веществ, таких как витамины группы В, пищевые волокна, магний, фосфор и другие микроэлементы. Однако, он может быть обогащен дополнительными витаминами и минералами для улучшения его питательной ценности. Например, можно добавить кальций, железо, цинк, витамин D и другие важные для здоровья элементы. Также возможно добавление белка для увеличения его содержания в продукте.

Ученые Московского государственного университета пищевых производств исследовали влияние порошка из семян пажитника на показатели качества ржано-пшеничного хлеба. В статье исследована способность порошка из семян пажитника связывать ионы «тяжелых» металлов. Определен способ внесения, обоснована дозировка порошка из семян пажитника в количестве 6% от массы смеси ржаной и пшеничной муки [1].

Крутяевой Е.В. изучено влияние применения порошка из семян пажитника сенного при производстве хлеба из пшеничной муки. Тесто готовили с помощью закваски. Порошок из семян пажитника вносили в количестве 1, 2, 3 и 4 %. По результатам исследования органолептических и физико-химических показателей были выделены образцы с внесением 2% и 3 % порошка из семян пажитника, так как данные образцы показали наиболее высокие результаты [2].

Перспективным направлением является применение сухих растительных порошков. Они представляют собой комплексный продукт, в состав которых входят пектиновые вещества. Полученные данные позволили установить, что наибольшим содержанием ПВ, минеральных веществ – калия (70% от ФНП), кальция (22% от ФНП) и магния (33% от ФНП) отличается свекольный порошок.

Учеными Южно-Уральского государственного университета разработана технология хлеба функциональной направленности с улучшенными биологическими свойствами. Хлеб готовили из муки пшеничной высшего сорта, муки ржаной обдирной, дрожжей хлебопекарных сухих, соли, семян пажитника измельченных, муки черного тмина, стевиозида и воды. Изобретение позволяет повысить пищевую, минеральную и биологическую ценность хлеба [3].

О.Д. Гильмияровой с соавторами выбрана инновационная обогащающая добавка для использования в ржано-пшеничном хлебе – порошок семян пажитника, содержащий повышенное количество пищевых волокон, которые оказывают благотворное влияние на организм человека. Приведена оценка готовых образцов хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям качества. Выбран способ внесения порошка из семян пажитника в образцы хлеба, а также обоснован выбор оптимальной дозировки обогащающей добавки на основании оценки готовых изделий по показателям качества [4].

Учеными из Алтайского государственного университета проведено исследование мучной композитной смеси пажитника с гречневой мукой. Результаты показали, что оптимальными дозировками гречневой муки и семян пажитника являются в количестве от 1 до 2 %. Такая дозировка почти не влияет на физико-химические показатели качества хлеба, а органолептические характеристики при этом изменяются в лучшую сторону [5]. Перспективным является способ производства хлебобулочных изделий с помощью термовакуумной экструзии [6, 7].

Целью исследований является изучение возможности применения смеси порошка свекольного и порошка из семян пажитника в технологии хлеба.

**Объекты и методы исследования**

Объектом исследования являются хлеб из пшеничной и ржаной муки с порошком из свеклы и порошком из семян пажитника.

Применяемое сырье: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), мука ржаная сеяная (ГОСТ 7045-2017), порошок свекольный (ГОСТ 32065-2013), соль (ГОСТ Р 51574-2018), дрожжи прессованные (ГОСТ Р 54731-2011).

Тесто для хлеба с порошком свекольным и порошком из семян пажитника готовили с помощью закваски. Органолептические показатели качества всех образцов хлеба определяли через 2 ч после выпечки. Пищевую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным методом.

**Результаты и их обсуждение**

Осуществляли обоснование применения смеси порошка свекольного и порошка из семян пажитника для обогащения хлеба из пшеничной и ржаной муки. Порошок свеклы богат антиоксидантами, витаминами группы В, калием и фолиевой кислотой, Порошок из семян пажитника содержит белок, клетчатку, витамины А, С, Е, минералы (железо, магний, фосфор) и антиоксиданты.

Были оценены органолептические показатели пшенично-ржаного хлеба с применением смеси порошка свекольного и порошка из семян пажитника взамен части пшеничной муки высшего сорта.

Результаты оценки органолептических показателей пшенично-ржаного хлеба приведены в таблице 1.

Отмечено, что форма всех образцов изделий, изготовленных с применением порошка свеклы и порошка из семян пажитника, также, как и форма контрольного образца была без вмятин, с ровными краями, без повреждений.

Таблица 1 – Органолептические показатели качества пшенично-ржаного хлеба

| Наименование показателей | Контроль | Образец №1 | Образец №2 | Образец №3 |
|---|---|---|---|---|
| Внешний вид | Неподгорелая, гладкая, корка без трещин | Свекольный порошок хорошо промешан с тестом и хлеб имеет ровный красный оттенок | | Слегка деформированная, с незначительными изломами |
| Состояние мякиша | Мякиш равномерно пористый, без пустот и признаков закала | | | Не равномерно пористый |
| Вид в разрезе (изломе) | Пропеченный, без следов непромеса | | | Пропеченный, присутствуют следы непромеса, наличие вкраплений частиц |
| Цвет | темно-коричневый, равномерный | коричневый, равномерный | темно-коричневый | темно-коричневый, неравномерный |
| Запах и вкус | Характерный для данного вида продукта, без посторонних привкуса и запаха | Хлеб с добавлением свекольного порошка и пажитника имеет приятный аромат и слегка сладкий вкус | | при разжевывании имеется острое послевкусие |

Таблица 2 – Рецептура хлеба пшенично-ржаного с порошком свеклы и порошком из семян пажитника взамен части пшеничной муки в количестве 6 %

| Наименование сырья | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 1 шт. готового изделия, г | |
|---|---|---|---|
| | | в натуре | в сухих веществах |
| Мука пшеничная высшего сорта | 85,5 | 180 | 153,9 |
| Мука ржаная сеяная | 86,6 | 30 | 25,98 |
| Свекольный порошок | 99,9 | 20 | 19,98 |
| Пажитник | 99,6 | 10 | 9,96 |
| Закваска ржаная | 99,9 | 80 | 79,92 |
| Соль | 96,5 | 5 | 4,82 |
| **Итого** | | 325 | 294,56 |
| **Выход** | | 400 | |

Вид в изломе и у контрольного образца, и модельных образцов был пропеченный, без следов непромеса.

Образцам в эксперименте с внесением 4 и 6% порошка свеклы и порошка из семян пажитника была присуща пористая структура.

Образцы с внесением 4 и 6% порошка свеклы и порошка из семян пажитника имели сладкий привкус свеклы и незначительный острый привкус пажитника. Образец с внесением 8 % смеси имел острое послевкусие.

На основе анализа органолептических показателей контрольного и исследуемых образцов пшенично-ржаного хлеба установлено, что лучшими показателями обладал образец с внесением рациональной дозировки порошков свеклы и пажитника 4% и 6 % взамен части пшеничной муки (образец №1 и образец №2). Внежний вид онтрольного и образцов хлеба с порошком свеклы и порошком из семян пажитника изображен на рисунке 1. На основании полученных результатов исследования предложена

Рис. 1. Внешний вид контрольного и образцов хлеба с порошком свеклы и порошком из семян пажитника

рецептура пшенично-ржаного хлеба с порошком свеклы и порошка из семян пажитника (таблица 2).

**Выводы**

Обоснована целесообразность применения порошка свекольного и порошка из семян пажитника в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов. Установлена в исследованиях рациональная дозировка порошка свеклы и порошка из семян пажитника в рецептуре пшенично-ржаного хлеба взамен части пшеничной муки в количестве 6 %. Показано, что применение порошка свекольного и порошка из семян пажитника при производстве пшенично-ржаного хлеба обусловливает получение изделий с улучшенными органолептическими показателями.

**Литература**


[1] Бакуменко О. Е. и др. Исследование влияния порошка из семян пажитника на показатели качества ржано-пшеничного хлеба //Пищевая промышленность. – 2022. – №. 2. – С. 12-15.

[2] Крутяева Е. В. Применение порошка из семян пажитника сенного при производстве хлеба из муки пшеничной хлебопекарной //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №. 4. – С. 86-88.

[3] Патент № 2735784 C1 Российская Федерация, МПК A21D 2/36. Хлеб «Чаман» : № 2020111798 : заявл. 20.03.2020 : опубл. 09.11.2020 / Г. К. Альхамова, А. А. Лукин, Н. В. Андросова, О. Б. Цейликман ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)». – EDN APZUQF.

[4] Использование инновационных ингредиентов для обогащения ржано-пшеничного хлеба / О. Д. Гильмиярова, О. Е. Бакуменко, Л. Н. Шатнюк, П. В. Бакуменко // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : Сборник статей II Международной научно-практической конференции в рамках международного научно-практического форума, посвященного Дню Хлеба и соли, Саратов, 24–25 марта 2021 года / Под общей редакцией О.М. Поповой, Н.В. Неповинных, В.А. Буховец. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2021. – С. 235-240. – EDN XLMCWJ.

[5] Анисимова Л. В., Земеров А. Е., Зенина Д. Ю. Использование семян пажитника в составе мучной композитной смеси с гречневой мукой // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств. – 2022. – С. 64-67.

[6] Гарькина, П. К. Использование пажитника в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов / П. К. Гарькина, Е. С. Селиванов // Инновационная техника и технология. – 2023. – Т. 10, № 1. – С. 19-23. – EDN HYKUPI.


**References**


[1] Bakumenko O. E. et al. Study of the effect of fenugreek seed powder on the quality indicators of rye-wheat bread // Food industry. - 2022. - No. 2. - P. 12-15.

[2] Krutyaeva E. V. Use of fenugreek seed powder in the production of bread from bakery wheat flour // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. - 2013. - No. 4. - P. 86-88.

[3] Patent No. 2735784 C1 Russian Federation, IPC A21D 2/36. Bread «Chaman»: No. 2020111798: declared. 20.03.2020: publ. 09.11.2020 / G. K. Alkhamova, A. A. Lukin, N. V. Androsova, O. B. Tseilikman; applicant Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «South Ural State University (National Research University)» FGAOU VO «SUSU (National Research University)». – EDN APZUQF.

[4] Use of innovative ingredients for enrichment of rye-wheat bread / O. D. Gilmiyarova, O. E. Bakumenko, L. N. Shatnyuk, P. V. Bakumenko // Food technologies of the future: innovations in the production and processing of agricultural products: Collection of articles of the II International scientific and practical conference within the framework of the international scientific and practical forum dedicated to the Day of Bread and Salt, Saratov, March 24–25, 2021 / Generally edited by O. M. Popova, N. V. Nepovinnykh, V.A. Bukhovets. - Saratov: OOO «Center for Social Agroinnovations SSAU», 2021. - P. 235-240. - EDN XLMCWJ.

[5] Anisimova L. V., Zemerov A. E., Zenina D. Yu. Use of fenugreek seeds in the composition of a composite flour mixture with buckwheat flour // Modern problems of food production engineering and technology. - 2022. - P. 64-67.

[6] Garkina, P. K. Use of fenugreek as a source of functional food ingredients / P. K. Garkina, E. S. Selivanov // Innovative technology and technology. - 2023. - Vol. 10, No. 1. - P. 19-23. - EDN HYKUPI.

[7] Patent No. 2579488 C1 Russian Federation, IPC A21D 8/02. Method for producing bakery products: No. 2014146596/13: declared 19.11.2014: published 10.04.2016 / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin [et al.]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Penza State Technological University». – EDN UOANLF.

[7] Патент № 2579488 C1 Российская Федерация, МПК A21D 8/02. Способ производства хлебобулочных изделий : № 2014146596/13 : заявл. 19.11.2014 : опубл. 10.04.2016 / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет». – EDN UOANLF.

**Сведения об авторах**

**Кудряков Дамир Наилевич**
магистрант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11

**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

**Information about the authors**

**Kudryakov Damir Nailevich**
undergraduate of the department «Food productions»
Penza State Technological University

**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

УДК 664:635.65-026.747

# Рациональные параметры термовакуумной экструзии овса

*Курочкин А.А., Новикова О.А., Соколова Н.Н.*

**Аннотация.** Исследованиями установлено, что снижение давления в вакуумной камере и увеличение времени выдержки экструдата способствуют повышению его пористости, а также обезвоживанию продукта до оптимального уровня влажности (8-10%). Основными факторами, влияющими на пористость экструдата овса, являются влажность исходного сырья, давление в вакуумной камере и время его воздействия. Проведённый факторный эксперимент и построенная регрессионная модель подтвердили высокую степень объяснённости влияния указанных факторов на результат, при этом время выдержки и влажность оказались наиболее значимыми. Анализ откликов показал, что наибольшей пористости (83-85%) удаётся достичь при давлениях 30-50 кПа, влажности 14-22% и времени выдержки 18-26 с. При превышении этих значений наблюдается эффект насыщения или даже снижение пористости, что подчёркивает важность соблюдения рациональных параметров. Разработанная модель может эффективно использоваться для управления процессом термовакуумной экструзии с целью повышения качества и энергоэффективности готового продукта.

**Ключевые слова:** термовакуумная экструзия, вакуумная камера, овес, пористость, уравнение регрессии, рациональные параметры.

**Для цитирования:** Курочкин А.А., Новикова О.А. Соколова Н.Н. Рациональные параметры термовакуумной экструзии овса // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 33–40.

# Rational parameters of thermal vacuum extrusion of oats

*Kurochkin A.A., Novikova O.A., Sokolova N.N.*

**Abstract.** The studies have shown that decreasing the pressure in the vacuum chamber and increasing the holding time of the extrudate contribute to an increase in its porosity, as well as dehydration of the product to the optimum moisture level (8-10%). The main factors affecting the porosity of the oat extrudate are the moisture content of the feedstock, the pressure in the vacuum chamber and the time of its exposure. The conducted factorial experiment and the constructed regression model confirmed a high degree of explanation of the influence of these factors on the result, while the holding time and humidity were the most significant. The response analysis showed that the highest porosity (83-85%) can be achieved at pressures of 30-50 kPa, humidity of 14-22% and a holding time of 18-26 seconds. When these values are exceeded, the saturation effect or even a decrease in porosity is observed, which emphasizes the importance of observing rational parameters. The developed model can be effectively used to control the thermal vacuum extrusion process in order to improve the quality and energy efficiency of the finished product.

**Keywords:** thermal vacuum extrusion, vacuum chamber, oats, porosity, regression equation, rational parameters.

**For citation:** Kurochkin A.A., Novikova O.A. Sokolova N.N. Rational parameters of thermal vacuum extrusion of oats. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 33–40. (In Russ.).

**Введение**

Одним из путей реализации наукоемких технологий в пищевой индустрии считается повышение качества продукции при выработке конкретного продукта, а также улучшения функционально-технологических свойств сельскохозяйственного сырья в процессе его выращивания и переработки. Рациональным алгоритмом решения задач, связанных с этим направлением, является обоснованный выбор самого сырья и методов его обработки.

В части выбора сырья для пищевых продуктов особое внимание заслуживает овес. Набор его полезных свойств особенно интересен с позиции обогащения хлебобулочных изделий. В частности, зерно овса характеризуется оптимальным соотношением белка, богатого лейцином (8,1 г/100 г белка), валином (7,8 г/100 г белка), фенилаланином (6,5 г/100 г белка), изолейцином (5,2 г/100 г белка), треонином (3,8 г/100 г белка), лизином (3,9 г/100 г белка), метионином (2,0 г/100 г белка) и триптофаном (1,7 г/100 г белка). Благодаря хорошей сбалансированности аминокислот, овес имеет лучшие диетические свойства по сравнению с другими злаковыми культурами [5].

Овес является хорошим источником липидов, большая часть которых представлена в форме полиненасыщенных жирных кислот, в основном, олеиновой и линолевой.

В зерне овса находятся разнообразные углеводы: моносахара (пентозы, гексозы), дисахариды, крахмал, гемицеллюлозы, клетчатка и др. В крахмальном эндосперме основными сахарами являются сахароза и раффиноза. Представителями полисахаридов являются крахмал, клетчатка, гемицеллюлозы.

Крахмал овса представляет собой крупные сложносоставные гранулы, состоящие из множества отдельных мелких, которые имеют форму многогранников размером 3-10 нм и клейстеризуется при температуре 53-59 °С. Такой крахмал хорошо переносит влажную термопластическую экструзию с относительно не высокой рабочей температурой экструдера [5].

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

Например, для крахмалсодержащего растительного сырья, к числу которого относится овес, технологические параметры должны обеспечить рациональную степень клейстеризации (желатинизации) крахмала, что возможно, если учитывать как минимум влажность экструдируемого материала и температуру в тракте экструдера.

Известно, что крахмал зерна может быть полностью клейстеризован при температуре, близкой к 120 °С и влажности обрабатываемого сырья 20-30 %. При влажности обрабатываемого сырья менее 20 % полная клейстеризация крахмала возможна при температуре, значительно выше указанной величины [1, 3].

Более детальный анализ высокотемпературной экструзии свидетельствует, что наиболее существенные изменения крахмальных зерен происходят в момент выхода сырья из фильеры экструдера. Именно в момент декомпрессии снижается общее содержание крахмала в связи с расщеплением амилозы и амилопектина и повышается количество олигосахаридов и декстринов. Декстринизация крахмала в этом случае обусловливает уменьшение плотности экструдируемого материала и образование микропористой структуры, что очевидно при анализе органолептических показателей экструдата [6, 9].

Параметры высокотемпературной сухой экструзии губительны и для большинства витаминов и других термолабильных ингредиентов овса и другого подобного сырья растительного происхождения, что существенно ограничивает возможности этой технологии.

С другой стороны наглядным и весьма эффективным вектором развития термопластической экструзии растительного сырья является ее вакуумная разновидность. Уникальные возможности этой технологии связаны как с широким выбором видов обрабатываемого сырья, а также возможностью управляемого преобразования компонентов, из которых оно состоит.

По этому способу экструзия может осуществляться при высоком содержании влаги, умеренных температурах и относительно мягких условиях механических напряжений (сдвига) обрабатываемого сырья. Такие рабочие параметры экструзионного процесса весьма выгодны с позиции сохранения термо- и механически чувствительных компонентов сырья. Важной особенностью термовакуумной экструзии является то, что часть энергии, затрачиваемой на процесс механического воздействия на сырье, замещается на энергию непрямого вакуумного процесса, который позволяет повысить энергоэффективность процесса экструзии, исключить сушку готового продукта, а также обеспечить более мягкое воздействие на термолабильные ингредиенты перерабатываемого сырья [2, 4, 5, 8, 10, 11, 12].

Целью работы является обоснование рациональных параметров термовакуумной экструзии овса на основе экспериментальных исследований и анализа полученной математической модели.

**Объекты и методы исследования**

Экспериментальные исследования выполнялись с помощью одношнекового пресс-экструдера, модернизированного согласно патенту на полезную модель №198739 «Экструдер с вакуумной камерой» [7].

Объект исследования – зерна овса, которые подвергали экструдированию при температуре 100-105 °С с последующим воздействием на выходящее из фильеры матрицы экструдера сырье пониженным давлением равным 0,03-0,07 МПа в течение 10-30 с. Частота вращения шнека пресс-экструдера составляла 7,5 $с^{-1}$, диаметр фильеры матрицы экструдера – 4 мм.

**Результаты и их обсуждение**

В качестве исследуемых были выбраны следующие факторы: влажность экструдируемого овса – В (%), давление в вакуумной камере экструдера – Р (кПа) и время выдержки экструдата в вакуумной камере – t (с). За критерий качества полученного экструдата была принята его пористость П (%). Матрица планирования и результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Методика определения пористости получаемых экструдатов заключается в следующем: образцы экструдата длиной 10 мм покрывались водостойким лаком и после высыхания помещались в цилиндр с водой. С учетом массы вытесненной из цилиндра воды, определялся объем образца экструдата с порами. Затем образец экструдата подвергался сжатию с помощью ручных тисков, после чего также замерялся его объем. Пористость экструдата (%) определялась по формуле

$$П = \left(1 - \frac{V_б}{V_п}\right) \cdot 100\%, \qquad (1)$$

где $V_п$ – объем экструдата с порами, $мм^3$;

$V_б$ – объем экструдата после сжатия образца, $мм^3$.

Уравнение регрессии зависимости пористости от влажности экструдируемого овса (В), давления в вакуумной камере экструдера (р) и времени выдержки экструдата в вакуумной камере (t):

$$\begin{aligned} П = {} & 19,7987 + 1,4291 \cdot B - 0,0422 \cdot B^2 + \\ & + 0,4069 \cdot p - 0,0062 \cdot p^2 + 3,1332 \cdot t - \\ & - 0,0611 \cdot t^2 + 0,0152 \cdot B \cdot p - \\ & - 0,0278 \cdot B \cdot t + 0,0061 \cdot p \cdot t \end{aligned} \qquad (2)$$

Как видно из полученной модели наиболее существенное влияние на пористость получаемого экструдата овса оказывают время выдержки экструдата в вакуумной камере (t) и влажность экструдируемого овса (В).

Анализ уравнения (2), показывает, что при нулевых значениях исследуемых факторов пористость будет равна 19,9% при этом стандартной ошибке 9,5. Это свидетельствует о довольно высокой неопределённости при оценке показателя модели.

Коэффициент при факторе В=1,4291 указывает на положительное влияние влажности экструдируемого овса на пористость. При увеличении влажности экструдируемого овса, пористость увеличивается на 1,4291%. Однако стандартная ошибка (0,6158)

Таблица 1 – Матрица планирования и результаты эксперимента

| Система опытов | № опыта | Кодированные факторы | | | Натуральные факторы | | | Пористость (П) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | В | Р | t | |
| Полный факторный эксперимент типа $2^3$ | 1 | -1 | -1 | -1 | 14 | 30 | 10 | 68 |
| | 2 | -1 | -1 | 1 | 14 | 30 | 30 | 76,7 |
| | 3 | -1 | 1 | -1 | 14 | 70 | 10 | 70 |
| | 4 | -1 | 1 | 1 | 14 | 70 | 30 | 84,6 |
| | 5 | 1 | -1 | -1 | 22 | 30 | 10 | 68,2 |
| | 6 | 1 | -1 | 1 | 22 | 30 | 30 | 73,5 |
| | 7 | 1 | 1 | -1 | 22 | 70 | 10 | 76,1 |
| | 8 | 1 | 1 | 1 | 22 | 70 | 30 | 85,2 |
| Опыты в «звездных» точках | 9 | -1,68 | 0 | 0 | 16,59 | 50 | 20 | 85 |
| | 10 | 1,68 | 0 | 0 | 33,41 | 50 | 20 | 76,3 |
| | 11 | 0 | -1,68 | 0 | 18 | 10,64 | 20 | 67 |
| | 12 | 0 | 1,68 | 0 | 18 | 17,36 | 20 | 73,5 |
| | 13 | 0 | 0 | -1,68 | 18 | 50 | 17,27 | 79 |
| | 14 | 0 | 0 | 1,68 | 18 | 50 | 30,73 | 83,4 |
| Опыты в центре плана | 15 | 0 | 0 | 0 | 18 | 50 | 20 | 85 |
| | 16 | 0 | 0 | 0 | 18 | 50 | 20 | 85 |
| | 17 | 0 | 0 | 0 | 18 | 50 | 20 | 85 |
| | 18 | 0 | 0 | 0 | 18 | 50 | 20 | 85 |
| | 19 | 0 | 0 | 0 | 18 | 50 | 20 | 85 |
| | 20 | 0 | 0 | 0 | 18 | 50 | 20 | 85 |

Таблица 2 – Характеристика качества модели

| | Множест. - R | Множест. - $R^2$ | Скоррект - $R^2$ | SS - Модель | cc - Модель | MS - Модель | SS - Остаток | cc - Остаток | MS - Остаток | F | p |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Пористость (П) | 0,989 | 0,978 | 0,957 | 864,840 | 9 | 96,093 | 19,837 | 10 | 1,984 | 48,440 | 0 |

и доверительные интервалы (0,057 до 2,801) показывают, что влияние может варьироваться.

Коэффициент при факторе B2= − 0,0422 имеет отрицательное значение, что свидетельствует о том, что эффект влияния влажности экструдируемого овса на пористость уменьшается при очень высоких значениях влажности.

Коэффициент в модели регрессии p=0,4069 показывает, что с увеличением давления на 1 кПа, пористость увеличивается на 0,4069%. Однако влияние давления на пористость постепенно уменьшается, поскольку коэффициент при квадратичном члене p2=−0,0062 также отрицательно влияет на пористость, что предполагает, что при слишком высоком давлении увеличение пористости может замедляться.

Коэффициент при факторе t=3,1332 указывает на положительное влияние времени выдержки на пористость. При увеличении времени выдержки на 1 секунду, пористость увеличивается на 3,1332%.

Коэффициент при квадратичном члене фактора времени выдержки экструдата в вакуумной камере t2=−0,0611 подтверждает, что с увеличением времени выдержки эффект на пористость будет ослабевать, что говорит о возможном насыщении материала при длительном воздействии.

Факторное взаимодействие между влажностью экструдируемого овса и давлением в вакуумной камере экструдера (B*p = 0,0152) также положительно влияет на пористость, что означает, что при увеличении как влажности, так и давления, пористость будет увеличиваться.

Взаимодействие между влажностью экструдируемого овса и временем выдержки экструдата в вакуумной камере (B*t = -0,0278) оказывает отрицательное влияние на пористость. Это может означать, что при определённых значениях влажности и времени, повышение может привести к уменьшению пористости.

Взаимодействие между давлением и временем выдержки экструдата в вакуумной камере (p*t = 0,0061) имеет положительное влияние, что говорит о возможной синергии между давлением и временем выдержки для повышения пористости. Оценку качества модели и остатков на основе данных таблицы 2 можно представить следующим образом.

Значение коэффициента корреляции R=0,9887 и коэффициента детерминации R2=0,9776 указывают на высокую степень описания модели. Это означает, что модель хорошо объясняет 97,76% вариации пористости. Такой высокий коэффициент детерминации свидетельствует о том, что модель адекватно описывает зависимость пористости от выбранных факторов.

Скорректированное R2=0,9574 подтверждает, что модель не переобучена и остаётся стабильной при учёте количества переменных. Это значение немного ниже, чем коэффициент детерминации (R2), что указывает на то, что дополнительные параметры в модели не привели к переоценке её качества.

Сумма квадратов модели SS−Модель=864,8401 значительно больше, чем сумма квадратов остатков SS−Остаток=19,8374, что указывает на то, что модель объясняет большую часть вариации в данных, оставляя лишь небольшие остаточные ошибки.

Среднеквадратичная ошибка для модели MS−Модель=96,0933 и для остатков MS−Остаток=10 показывают, что ошибка модели относительно мала по сравнению с общей вариацией, что свидетельствует о высоком качестве модели.

Значение критерия Фишера F=48,4404 и очень низкий уровень значимости p=0,0000 подтверждают статистическую значимость модели. Это означает, что модель значительно лучше случайных предсказаний и её параметры достоверны.

Модель демонстрирует приемлемые показатели качества: высокая степень объяснённости вариации пористости, малая ошибка остатков и значимость модели на уровне статистических тестов. Это свидетельствует о том, что выбранная модель адекватно описывает зависимость пористости от факторов и является эффективной для анализа данных.

Более подробную информацию о влиянии исследуемых параметров на пористость экструдата овса можно получить путем изучения свойств поверхности отклика на основе канонического преобразования полученной математической модели. Анализ осуществлен с помощью двумерных сечений.

Зависимость пористости экструдата овса от его влажности и величины давления в вакуумной камере термовакуумного экструдера описывается уравнением (3)

$$П = 46,6281 + 1,3186 \cdot B + 0,7657 \cdot p - \\ -0,0503 \cdot B^2 + 0,0152 \cdot B \cdot p - 0,0093 \cdot p^2 \quad (3)$$

Пористость повышается с увеличением давления (p) и влажности (B). Максимальные значения пористости (около 82,93%) наблюдаются при высоком давлении (p около 50-60 кПа) и высокой влажности (B около 20-22%). Это может указывать на то, что исследуемые факторы способствуют образованию более пористых структур при экструзии.

Влияние давления (p) на экструзионный процесс выглядит следующим образом. При низком давлении (p около 10-20 кПа) пористость существенно ниже (около 67%). Влияние давления на пористость проявляется в том, что с его увеличени-

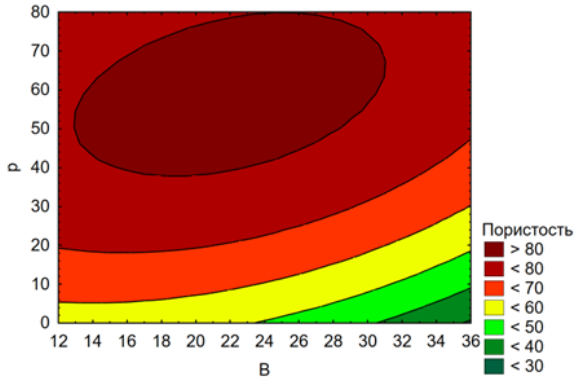


Рис. 1. Карты линий уровня для пористости (П) в зависимости от давления (p) и влажности (B)

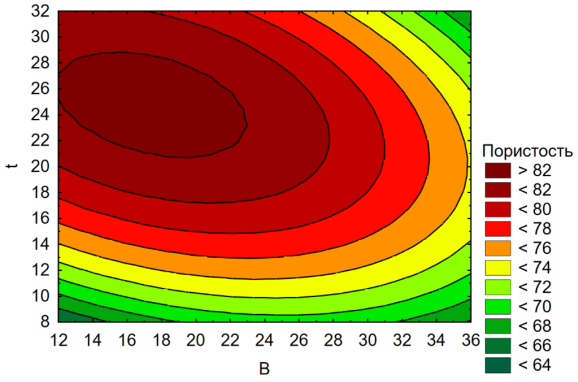


Рис. 2. Карта линий уровня для пористости (П) в зависимости от влажности (B) и времени (t)

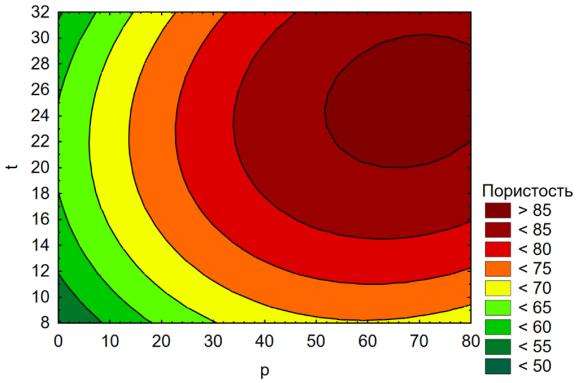


Рис. 3. Карта линий уровня для пористости (П) в зависимости от давления (p) и времени (t)

ем пористость возрастает. Особенно заметен рост пористости при значениях давления от 30 до 60 кПа, где пористость может достигать 80-82%.

Очень высокое давление (p выше 60 кПа) не даёт значительного прироста пористости, что может свидетельствовать о насыщении или излишнем сжатии материала.

Влияние влажности (B) на пористость проявляется так:

1. Пористость увеличивается с повышением влажности экструдируемого овса.

2. При низкой влажности (B около 14-16%) пористость остаётся в пределах 67-70%. Однако при увеличении влажности (B около 22-30%) пористость значительно возрастает, достигая максимумов в диапазоне 78-83%.

Это подтверждает гипотезу о том, что влажность играет ключевую роль в создании пористости при экструзии, и её оптимизация является весьма важной для получения желаемого качества продукта.

Оптимальные условия для достижения высокой пористости находятся в диапазоне давления от 30 до 60 кПа и влажности от 20 до 22%. Это подтверждается наблюдением за тем, как максимальные значения пористости распределяются по этим интервалам.

Избыточное увеличение давления или влажности не приводит к значительному улучшению пористости, что предполагает, что следует соблюдать оптимальные условия для экструзии, чтобы избежать избыточных затрат энергии или сырья.

Зависимость пористости экструдата овса от его влажности и времени выдержки в вакуумной камере термовакуумного экструдера описывается уравнением (4). Графическая интерпретация уравнения представлена на рис. 4

$$\begin{aligned} П &= 28,1311 + 1,7139 \cdot B + \\ &+3,211 \cdot t - 0,0295 \cdot B^2 - \\ &-0,0278 \cdot B \cdot t - 0,055 \cdot t^2 \end{aligned} \qquad (4)$$

График показывает, что пористость увеличивается как с увеличением времени выдержки (t), так и влажности (B). При высоких значениях этих параметров пористость может достигать максимальных значений (81,56% и выше), что свидетельствует о том, что эти два фактора влияют на формирование более пористой структуры при экструзии.

Пористость увеличивается с увеличением как времени выдержки (t), так и влажности (B). При высоких значениях этих параметров пористость может достигать максимальных значений (81,56% и выше), что свидетельствует о том, что эти два фактора влияют на формирование более пористой структуры при экструзии.

Влияние времени на пористость, судя по графику, явно выражено: с увеличением времени выдержки от 10 до 30 с, пористость увеличивается, что видно по более темным цветам в верхней части графика. Максимальное значение пористости (81,56%) наблюдается при значениях времени 22-28 с.

Следует отметить, что время выдержки имеет важное значение для формирования пористости, поскольку более длительное воздействие на экструдат способствует лучшему образованию пор.

Влажность (B) экструдируемого овса существенно влияет на пористость – при увеличении влажности, особенно в диапазоне от 14 до 22%, пористость возрастает. При более высокой влажности (B > 22%) пористость стабилизируется, что указывает на оптимальный диапазон влажности для достижения наибольшего эффекта.

Пористость значительно возрастает, если влажность увеличивается до 22-24%. После этого значения пористость растет менее интенсивно, что может свидетельствовать о насыщении материала и

отсутствии значительного эффекта от дальнейшего увеличения влажности.

Комбинированное влияние времени и влажности проявляется следующим образом. Наибольшая пористость достигается при высоких значениях времени (t около 22-28 с) и влажности (В около 20-22%). Эти комбинации обеспечивают оптимальные условия для экструзии овса, создавая материал с максимальной пористостью.

При этом пористость незначительно снижается при времени выдержки ниже 14 с, независимо от уровня влажности, что указывает на то, что для получения высококачественного экструдата требуется определённое время воздействия.

В качестве промежуточного вывода по данной части экспериментальных исследований можно отметить, что для получения максимальной пористости экструдированного овса оптимальными условиями являются следующие:

1. Время выдержки t≈22-28 с.

2. Влажность В≈20-22 %.

Зависимость пористости экструдата овса от величины давления в вакуумной камере и времени выдержки в ней экструдата представлена уравнением (5). Его графическая интерпретация приведена на рис. 5.

$$П = 32,8745 + 0,6257 \cdot p + \\ +2,573 \cdot t - 0,0057 \cdot p^2 + \\ +0,0061 \cdot p \cdot t - 0,0595 \cdot t^2 \quad (5)$$

График показывает, что для формирования пористости экструдата овса температура и давление являются ключевыми факторами. При этом повышение давления и температуры положительно влияют на пористость экструдата лишь в определенных интервалах – при слишком высоких значениях этих факторов происходит «перезарядка» структуры, и пористость начинает снижаться. Это объясняется возможными физическими или химическими изменениями структуры овса, что приводит к менее пористой текстуре.

Низкие значения давления (например, Р = 10-20 кПа) могут не обеспечивать достаточного вакуумного эффекта, что приведет к низкой пористости. В таких условиях процесс экструзии будет недостаточно интенсивным для формирования пористой структуры.

Средние значения давления (Р = 30-50 кПа) уже обеспечивают более эффективную экструзию, и в этом интервале пористость будет значительно выше. Однако если давление становится слишком высоким, структура овса может стать плотной, а пористость начнёт снижаться.

Таким образом, высокие значения давления (Р > 50 кПа) могут привести к избыточному сжатию материала, что не способствует формированию оптимальной пористости.

Полученные данные позволяют сделать выводы в части влияния времени выдержки экструдата в вакуумной камере на пористость экструдата овса при термовакуумном воздействии на сырье.

Низкие значения времени (t < 10 с) эффект воздействия пониженного давления на экструдат, что приводит к его недостаточной пористости.

Средние значения времени (t = 15-20 с) способствуют получению рационального значения пористости, так как этого периода достаточно для образования пор.

Высокие значения времени (t > 30 с) могут привести к переработке материала, что снизит пористость из-за перераспределения частиц и уменьшения образующихся пор.

Таким образом для достижения высокой пористости экструдата из овса рационаальными являются следующие интервалы параметров – давление Р≈30-50 кПа; время выдержки t≈15-25 с. В этих диапазонах пористость будет максимальной, что подтверждается значениями в уравнении и логикой процесса экструзии.

При этом низкие значения давления (например, р = 10-20 кПа) могут ограничивать проявления вакуумного эффекта, что приведет к умеренной пористости. В таких условиях процесс экструзии будет недостаточно интенсивным для формирования пористой структуры экструдата овса.

Средние значения давления (р = 30-50 кПа) обеспечивают эффективную экструзию, и в этом интервале пористость будет возрастать. Однако последующий рост давления может привести к чрезмерному уплотнению экструдата, и его пористость начнёт снижаться.

Высокие значения давления (р > 50 кПа) могут привести к избыточному сжатию материала, что не способствует формированию рациональным значениям пористости.

Низкие значения времени (t < 10 с) не позволяют достаточно долго воздействовать на экструдат, что также ведет к недостаточной пористости.

Средние значения времени (t = 15-20 с) подходят для достижения оптимальной пористости, так как это время позволяет достаточно воздействовать на материал для образования пор.

Высокие значения времени (t > 30 с) могут привести к переработке материала, что снизит пористость из-за перераспределения частиц и уменьшения образующихся пор.

В качестве вывода по этой части анализа можно предположить, что для получения максимальной пористости экструдированного овса рациональными значениями будут следующие интервалы параметров: давление р ≈ 30-50 кПа и время выдержки t ≈ 15-25 с.

В этих диапазонах пористость будет максимальной, что подтверждается уравнением (5) и логикой процесса экструзии.

**Выводы**

В ходе исследования установлено, что снижение давления в вакуумной камере и увеличение времени выдержки экструдата способствуют

повышению его пористости, а также обезвоживанию продукта до оптимального уровня влажности (8-10%). Основными факторами, влияющими на пористость экструдата овса, являются влажность исходного сырья, давление в вакуумной камере и время его воздействия. Проведённый факторный эксперимент и построенная регрессионная модель подтвердили высокую степень объяснённости влияния указанных факторов на результат, при этом время выдержки и влажность оказались наиболее значимыми. Анализ откликов показал, что наибольшей пористости (83-85%) удаётся достичь при давлениях 30-50 кПа, влажности 14-22% и времени выдержки 18-26 с. При превышении этих значений наблюдается эффект насыщения или даже снижение пористости, что подчёркивает важность соблюдения рациональных параметров. Разработанная модель может эффективно использоваться для управления процессом термовакуумной экструзии с целью повышения качества и энергоэффективности готового продукта.

**Литература**


[1] Абрамов, О.В. Научное обеспечение процесса экструзии модельных сред на основе крахмалсодержащего сырья и разработка высокоэффективного оборудования для его реализации: автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.18.12/Абрамов Олег Васильевич.– Воронеж: 2009. 48 с.

[2] Зимняков, В. М. Термовакуумная экструзия растительного сырья как вектор развития пищевых технологий / В. М. Зимняков, А. А. Курочкин, О. А. Новикова // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 03-07 мая 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. С. 455-458.

[3] Карпов, В.Г. Разработка новых видов крахмалопродуктов экструзионным способом: автореф. дис. … докт. техн. наук: 05.18.05 / Карпов Владимир Георгиевич. М., 2000. 48 с.

[4] Курочкин, А.А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата /А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. 2014. № 4(1). С. 17-22.

[5] Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, В.М. Зимняков, А.Л. Мишанин, В.В. Новиков, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов. Пенза, 2015. 181 с.

[6] Остриков, А. Н. Экструзионная технология пищевых текстуратов /А.Н. Остриков, М.А. Глухов, А.С. Рудометкин, Е.Г. Окулич-Казарин //Пищевая промышленность. 2007. №. 9. С. 18-20.

[7] Пат. 198439 Российская Федерация, МПК A23P 30/20. Экструдер с вакуумной камерой /А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, Г.В. Шабурова [и др.]. №2020110297; заявл. 10.03.2020; опубл. 09.07.2020. Бюл. № 19. 6 с.

[8] Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой /Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина //Инновационная техника и технология. 2015. № 1(2). С. 29-34.


**References**


[1] Abramov, O.V. Scientific support for the process of extrusion of model media based on starch-containing raw materials and the development of highly efficient equipment for its implementation: author’s abstract. dis. ... doctor of technical sciences: 05.18.12 / Abramov Oleg Vasilievich. - Voronezh: 2009. 48 p.

[2] Zimnyakov, V. M. Thermal vacuum extrusion of plant materials as a vector of development of food technologies / V. M. Zimnyakov, A. A. Kurochkin, O. A. Novikova // Regional problems of sustainable development of the agro-industrial complex in the context of digital transformation: Collection of articles of the International scientific and practical conference, Penza, May 03-07, 2024. - Penza: Penza State Agrarian University, 2024. P. 455-458.

[3] Karpov, V.G. Development of new types of starch products by extrusion method: author’s abstract. dis. … doctor of technical sciences: 05.18.05 / Karpov Vladimir Georgievich. Moscow, 2000. 48 p.

[4] Kurochkin, A.A. Systems approach to development of an extruder for thermal vacuum processing of extrudate / A.A. Kurochkin // Innovative equipment and technology. 2014. No. 4(1). P. 17-22.

[5] Scientific support of the current direction in the development of food thermoplastic extrusion / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, V.M. Zimnyakov, A.L. Mishanin, V.V. Novikov, G.V. Shaburova, D.I. Frolov. Penza, 2015. 181 p.

[6] Ostrikov, A. N. Extrusion technology of food textured products /A. N. Ostrikov, M. A. Glukhov, A. S. Rudometkin, E. G. Okulich-Kazarin // Food industry. 2007. No. 9. P. 18-20.

[7] Patent. 198439 Russian Federation, IPC A23P 30/20. Extruder with a vacuum chamber /A. A. Kurochkin, P. K. Garkina, G. V. Shaburova [et al.]. No. 2020110297; declared 10.03.2020; published 09.07.2020. Bulletin No. 19. 6 p.

[8] Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in an extruder with a vacuum chamber /D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina //Innovative equipment and technology. 2015. No. 1(2). pp. 29-34.

[9] Thermoplastic extrusion: scientific fundamentals,

[9] Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование /Под ред. А.Н. Богатырева, В.П. Юрьева.– М.: Ступень, 1994. 200 с.

[10] Патент № 2579488 C1 Российская Федерация, МПК A21D 8/02. Способ производства хлебобулочных изделий : № 2014146596/13 : заявл. 19.11.2014 : опубл. 10.04.2016 / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет». – EDN UOANLF.

[11] Потапов, М. А. Оптимизация количества отверстий в матрице одношнекового экструдера для переработки птичьего помета / М. А. Потапов, Д. И. Фролов, А. А. Курочкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 42-48. – EDN AFMRPP.

[12] Kurochkin, A. A. Extrudate dehydration rate increase by modernization of the extruder vacuum chamber / A. A. Kurochkin, D. I. Frolov, V. M. Zimnyakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh, 26–29 февраля 2020 года. – Voronezh, 2021. – P. 072018. – DOI 10.1088/1755-1315/640/7/072018. – EDN CHLIKW.

technology, equipment / Ed. A.N. Bogatyreva, V.P. Yuryeva.– M.: Stepen, 1994. 200 p.

[10] Patent No. 2579488 C1 Russian Federation, IPC A21D 8/02. Method for the production of bakery products: No. 2014146596/13: application. 11/19/2014: publ. 04/10/2016 / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin [etc.] ; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Penza State Technological University». – EDN UOANLF.

[11] Potapov, M. A. Optimization of the Number of Holes in the Die of a Single-Screw Extruder for Processing Bird Manure / M. A. Potapov, D. I. Frolov, A. A. Kurochkin // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. – 2020. – No. 4. – P. 42-48. – EDN AFMRPP.

[12] Kurochkin, A. A. Extrudate dehydration rate increase by modernization of the extruder vacuum chamber / A. A. Kurochkin, D. I. Frolov, V. M. Zimnyakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh, February 26–29, 2020. – Voronezh, 2021. – P. 072018. – DOI 10.1088/1755-1315/640/7/072018. – EDN CHLIKW.

**Сведения об авторах**

**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

**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

**Соколова Наталья Николаевна**
исследователь
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»
125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, дом 11
**E-mail:** n.shmatkova2014@list.ru

**Information about the authors**

**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

**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

**Sokolova Natalia Nikolaevna**
researcher
Russian Biotechnological University
**E-mail:** n.shmatkova2014@list.ru

УДК 664.86:579

# Эффективность использования растительных экстрактов для сохранения качества и безопасности мясных продуктов в процессе хранения

*Симаков Д.Г., Фролов Д.И.*

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность использования различных растительных экстрактов в качестве добавок к мясным продуктам типа «фрикадельки» для увеличения их микробиологического срока хранения. Экспериментальные исследования включали приготовление модельных мясных продуктов в лабораторных условиях с добавлением 0,2% экстрактов клюквы, розмарина и любистока, а также их хранение при температуре 10°C в течение 16 суток. Микробиологическая оценка включала подсчет общего числа аэробных бактерий (анализы проводились каждые 4 дня) и измерение pH (каждые 4 дня). Исходя из гипотезы, что натуральные растительные экстракты могут эффективно подавлять рост микрофлоры в мясных продуктах, было установлено, что экстракт розмарина проявил наибольшую активность против микроорганизмов, что обеспечивало наиболее длительный срок хранения продуктов (13,3 дня). В то время как наибольший рост микроорганизмов был зафиксирован в контрольном образце и образце с добавлением любистока.

**Ключевые слова:** экстракт, травы, фенольные соединения, антимикробная активность, мясные продукты.

**Для цитирования:** Симаков Д.Г., Фролов Д.И. Эффективность использования растительных экстрактов для сохранения качества и безопасности мясных продуктов в процессе хранения // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 41–46.

# Efficiency of using plant extracts to preserve the quality and safety of meat products during storage

*Simakov D.G., Frolov D.I.*

**Abstract.** The article discusses the possibility of using various plant extracts as additives to meat products of the «meatball» type to increase their microbiological shelf life. Experimental studies included the preparation of model meat products in laboratory conditions with the addition of 0.2% extracts of cranberry, rosemary and lovage, as well as their storage at a temperature of 10°C for 16 days. The microbiological assessment included counting the total number of aerobic bacteria (analyses were performed every 4 days) and measuring pH (every 4 days). Based on the hypothesis that natural plant extracts can effectively inhibit the growth of microflora in meat products, it was found that rosemary extract showed the greatest activity against microorganisms, which provided the longest shelf life of products (13.3 days). While the highest growth of microorganisms was recorded in the control sample and the sample with the addition of lovage.

**Keywords:** extract, herbs, phenolic compounds, antimicrobial activity, meat products.

**For citation:** Simakov D.G., Frolov D.I. Efficiency of using plant extracts to preserve the quality and safety of meat products during storage. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 41–46. (In Russ.).

**Введение**

Пищевые отравления продолжают оставаться актуальной проблемой как для потребителей, так и для пищевой промышленности, несмотря на применение различных методов консервации [1]. Проблема остается в центре внимания производителей пищевых продуктов, специалистов по безопасности пищевых продуктов и регулирующих органов, учитывая высокий и продолжающийся рост числа вспышек заболеваний, вызванных патогенными микроорганизмами. Дополнительную сложность представляет растущая устойчивость некоторых пищевых патогенов к антибиотикам. Наряду с этим потребители становятся все более обеспокоены безопасностью продуктов, содержащих синтетические консерванты. В связи с этим наблюдается возрастание интереса к разработке новых, эффективных и нетоксичных антимикробных соединений. В последние годы растет внимание к использованию натуральных антибактериальных средств, таких как экстракты специй и трав, в качестве альтернативы для консервации пищевых продуктов [3].

Специи и травы добавлялись в пищевые продукты с древних времен не только в качестве ароматизаторов, но и в качестве народной медицины и пищевых консервантов [2]. Помимо придания характерных вкусов, некоторые специи и травы продлевают срок хранения пищевых продуктов, предотвращая прогорклость за счет своей антиоксидантной активности или за счет бактериостатической или бактерицидной активности, в том числе в отношении пищевых патогенных бактерий. Однако степень ингибирования зависит от комбинации специй, микроорганизмов и дополнительных факторов хранения (температуры, влажности, консервантов и т. д.).

Специи и травы, а также их компоненты, как правило, считаются безопасными, либо из-за их традиционного использования без какого-либо документированного вредного воздействия, либо из-за специальных токсикологических исследований. Будучи натуральными продуктами питания, специи и травы привлекают многих потребителей, которые сомневаются в безопасности синтетических пищевых добавок. Некоторые специи и травы, используемые сегодня, ценятся за их антимикробную активность и лечебные эффекты в дополнение к их вкусовым и ароматическим качествам. Экстракты многих видов растений стали популярными в последние годы, и попытки охарактеризовать их биоактивные принципы набирают обороты для различных фармацевтических и пищевых технологических применений. Антимикробная активность растительных экстрактов составляет основу для многих применений, включая консервирование сырых и обработанных пищевых продуктов, фармацевтические препараты, альтернативную медицину и натуральную терапию [5].

Во многих исследованиях сообщалось, что фенольные соединения в специях и травах вносят значительный вклад в их антиоксидантные и фармацевтические свойства [8, 7]. В некоторых исследованиях утверждается, что фенольные соединения, присутствующие в специях и травах, также могут играть важную роль в их антимикробном действии [4]. Крупномасштабных систематических исследований связи между ингибированием бактерий и общим содержанием фенолов в специях и травах не проводилось. Существует положительная линейная связь между антиоксидантной активностью и общим содержанием фенолов в некоторых специях и травах. Однако нет никаких сообщенных данных о связи между антибактериальной активностью и антиоксидантной способностью специй и трав.

Целью исследования было изучение возможности применения различных растительных экстрактов в качестве добавок к мясным продуктам типа «фрикадельки» с целью продления их микробиологических сроков хранения.

**Объекты и методы исследования**

Модельные мясные изделия в виде фрикаделек, изготовленных в лабораторных условиях, массой 50 г±1 г каждая, запекали до достижения температуры внутри изделия 75°С. Готовые изделия после охлаждения до комнатной температуры упаковывали в кислородсодержащей атмосфере в запаянные пакеты и хранили при температуре 10°С в течение 16 суток. В состав изделия входили говядина из задней части (без костей) и свинина из лопаточной части (без костей), используемые в соотношении 1:1; панировочные сухари (10% от массы изделия); ультрапастеризованное молоко с содержанием жира 2% (100 мл на 1000 г мяса); лук (100 г на 1000 г мяса); соль (1,2% от массы продукта).

В пульпы, полученные из мясного фарша, смешанного со всем сырьем для пульпы, добавляли этанольные и водные экстракты из розмарина, любистока и клюквы в количестве 0,2% от массы продукта. Количество добавленных экстрактов определялось в предварительных испытаниях на основе сенсорной оценки. Перед добавлением в пульпу взвешенные количества растительных экстрактов измельчали в ступке с небольшим количеством молока (часть молока, добавляемого в пульпу). Продукт без добавления какого-либо экстракта составил контрольную группу.

Растительные экстракты (розмарин, клюква, любисток), используемые в исследовании, готовили по следующей методике: травы измельчали, добавляли смесь 95% этанола (7 объемных частей) и воды (3 объемные части) в соотношении 1:6; настойку выдерживали в темноте в течение 24 ч, после чего фильтровали; этанол упаривали на вакуумном испарителе; оставшуюся водную фракцию лиофилизировали; лиофилизаты экстрактов хранили при температуре -20°С.

Микробиологическое исследование проводи-

лось с использованием традиционного метода глубокого чашечного посева. Определение проводилось по отношению к общему количеству аэробных микроорганизмов. В качестве среды для исследования использовался питательный агар. С интервалом в четыре дня отбирали 5 г взвешенного количества и помещали в мешок, добавляли 45 мл стерильной жидкости для разбавления. Затем проводили гомогенизацию в течение двух минут на стандартной скорости. После гомогенизации готовили ряд десятикратно разбавленных образцов. Инокуляцию проводили из трех последовательных разведений образцов за раз, по 1 мл на каждую группу из трех чашек. Затем чашки инкубировали при температуре 37°C в течение 48 часов.

Кислотность pH измеряли на pH-метре с учетом температуры окружающей среды. Отбирали образцы продукта (по 10 г ± 0,1 г каждый) и гомогенизировали с 10 мл дистиллированной воды. Полученный гомогенат использовали для испытаний.

Статистический анализ результатов проводился с использованием статистических программ Microsoft Excel и Statistica 10. Среднее арифметическое значение и стандартное отклонение рассчитывались в Microsoft Excel. Остальные статистические (линейный регрессионный анализ, дисперсионный анализ) расчеты выполнялись в Statistica 10.

## Результаты и их обсуждение

Полученные в ходе проведенных испытаний данные свидетельствуют о том, что добавление растительных экстрактов, богатых полифенольными соединениями, влияет на микробиологические изменения, происходящие в процессе хранения мясных продуктов. Кривые роста общего числа аэробных бактерий в продуктах типа фрикадельки в зависимости от различных добавок представлены на рисунке 1.

Общее количество бактерий в хранимых продуктах увеличивалось со временем хранения. Количество микроорганизмов в исходных образцах колебалось от 3,23 до 3,24 log КОЕ/г. На последний день хранения общее количество бактерий в порядке возрастания составило: 7,13 log КОЕ/г для образца с добавлением розмарина, 7,19 log КОЕ/г для образца с добавлением любистока, 7,22 log КОЕ/г для образца с добавлением клюквы и 7,71 log КОЕ/г для контрольного образца.

В последний день хранения количество микроорганизмов во всех образцах превысило допустимый уровень для мясных продуктов (6 log КОЕ/г), и поэтому они не были пригодны для употребления в пищу человеком.

День, в который общее количество бактерий достигает значения 6 log КОЕ/г, считается концом срока годности продукта. День хранения, в который достигается этот уровень и, следовательно, срок годности для продуктов типа фрикаделек, содержащих различные добавки, представлен в таблице 1.

Самый длительный срок хранения, определенный экспериментально по общему количеству бактерий, а именно 13,3 суток, имел образец с добавлением экстракта розмарина. Последующими по сроку хранения образцами были контрольный образец (12 суток), образец с добавлением экстракта клюквы (10,3 суток) и образец с добавлением любистока (9 суток). Общее содержание полифенолов в добавленных экстрактах представлено в таблице 2.

Наибольшее суммарное содержание полифенолов среди использованных экстрактов было обнаружено в препарате с розмарином (14,5 мг/г экстракта), что, вероятно, также отразилось на результатах испытаний. Образцы с добавлением экстракта розмарина проявили более сильные антибактериальные свойства, чем образцы с добавлением экстракта клюквы (5,1 мг полифенолов на грамм экстракта) и экстракта любистока (2,7 мг/г экстракта). Образец с добавлением экстракта любистока показал самые

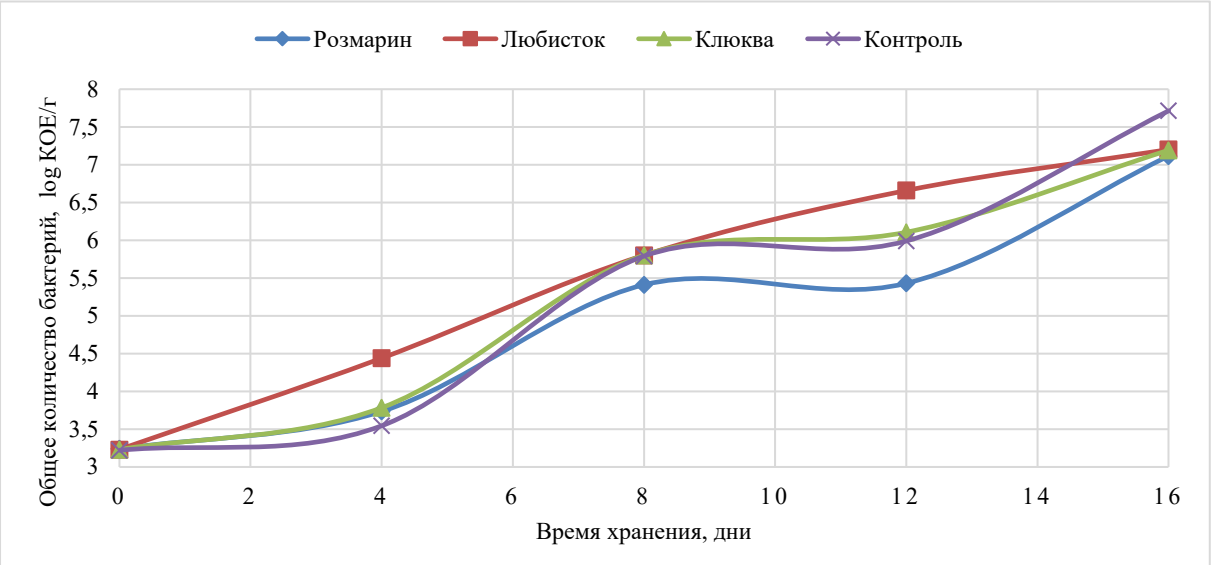


Рис. 1. Кривые роста общего количества бактерий в фрикадельках, хранящихся при температуре 10°C, в зависимости от различных видов растительных экстрактов

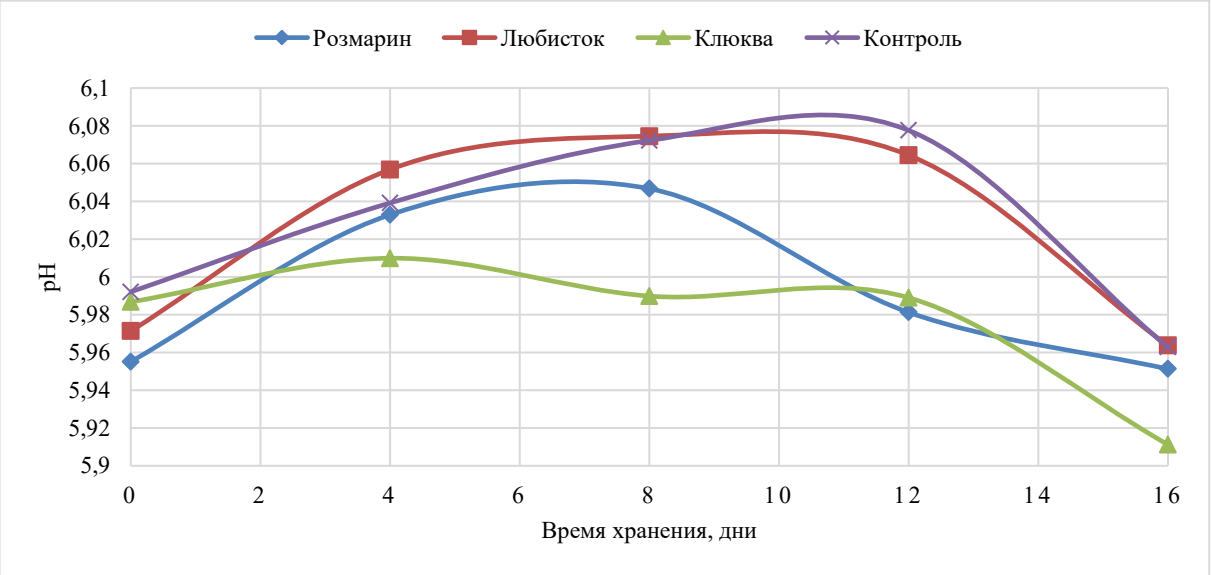


Рис. 2. Кривые изменения pH фрикаделек, хранящихся при температуре 10°C, в зависимости от различных добавленных растительных экстрактов

плохие результаты испытаний среди образцов с добавлением натуральных растительных экстрактов; он также характеризовался самым низким содержанием полифенолов. Можно сделать вывод, что чем больше полифенолов в экстракте, тем сильнее его антимикробное действие.

Различия, наблюдаемые в росте микроорганизмов как в продуктах с добавлением растительных экстрактов, так и в контрольном образце без каких-либо добавок, не были значимыми. С учетом статистических данных линейного регрессионного анализа и корреляции между сроком хранения и количеством бактерий, наиболее интенсивный рост микроорганизмов наблюдался в контрольном образце и продукте с добавлением любистока (в обоих случаях коэффициент корреляции составил 0,93, а коэффициент детерминации R2 - 0,87). Во всех случаях значение p было статистически значимым (достигало значения <0,0001). В меньшей степени время хранения влияло на рост микроорганизмов в продуктах с добавлением розмарина и клюквы (R2 составил 0,69 и 0,66 соответственно, а R - 0,83 и 0,81 соответственно). Только в конце цикла хранения, т. е. на 16-й день хранения, все образцы с добавлением экстракта имели несколько более высокое микробиологическое качество, чем контрольный образец.

Другими исследователями, для того чтобы доказать антибактериальное действие определенных смесей специй, было изучено их влияние на скорость роста бактерий в свежей свинине. Результаты исследования показали, что из-за использования смесей специй процесс размножения бактерий в свинине не был полностью нарушен, но был значительно замедлен по сравнению с мясом без приправ. Кроме того, антибактериальное действие смесей специй увеличивалось по мере увеличения срока хранения мяса [6].

Розмарин представляет собой весьма перспективную пищевую добавку, поскольку содержит множество соединений, включая: карнозол, карнозиновую кислоту, розманол, 7-метил-эпиросманол, изоросманол, розмадиал, кофейную кислоту, 1,8-цинеол, камфару и α-пинен, обладающих значительной антимикробной и антиоксидантной активностью in vitro. Карнозная кислота является наиболее активным антиоксидантным компонентом, в то время как 1,8-цинеол, а-пинен и камфора являются наиболее активными антимикробными компонентами, присутствующими в розмарине.

Не только этанолово-водные экстракты розмарина, но и экстракты клюквы и любистока могут оказывать бактерицидное и бактериостатическое действие за счет различных биологически активных соединений. К этим соединениям относятся, в случае любистока, в основном эфирные масла, флавоноиды, терпены, фитостерины и органические кислоты. В то время как сок и настой, приготовленные из сушеных ягод черники (голубики), издавна использовались для лечения диареи и уничтожения паразитов пищеварительного тракта. Красители, входящие в состав черники (составляющие около 7% от ее содержания), нейтрализуют пищевые токсины и блокируют их всасывание через слизистые оболочки. Синий краситель антоциан также подавляет рост бактерий.

Исследование изменения уровня pH, происходящего в процессе хранения пищевых продуктов, показало, что добавление растительных экстрактов в количестве 0,2% привело к небольшому изменению кислотности продукта (рисунок 2).

Изменения уровня pH в продуктах на протяжении всего цикла хранения продуктов были очень незначительными. В начале pH составил 5,96 для продукта с розмарином, 5,99 для продукта с клюквой, 5,97 для продукта с любистоком и 5,99 для контрольного образца. Незначительное повышение уровня pH наблюдалось в контрольном образце до 12-го дня хранения, а в образцах с добавлением экстракта розмарина и любистока - до

Таблица 1 – Примерные сроки хранения изделий типа фрикаделек в зависимости от типа экстракта

| Выдержки | Приблизительный срок годности (дней) |
|---|---|
| Экстракт розмарина | 13,3 |
| Экстракт клюквы | 10,3 |
| Экстракт любистока | 9 |
| Контроль (без добавки) | 12 |

Таблица 2 – Общее содержание полифенолов в добавленных экстрактах

| Экстракты этанола и воды (0,2%) | Общее содержание полифенолов (мг/г экстракта) |
|---|---|
| Розмари | 14,5 |
| Клюква | 5,1 |
| Любисток | 2,7 |

половины цикла хранения. На 8-й день хранения он достиг максимального значения 6,05 для образца с розмарином, 6,08 для образца с любистоком и 6,08 для контрольного образца на 12-й день хранения. Во второй половине периода хранения значение pH несколько снизилось, достигнув на 16-й день хранения следующих значений: 5,95 для образца с розмарином, 5,97 для образца с любистоком и 5,96 для контрольного образца. В образце с добавлением экстракта клюквы уровень pH был наиболее стабильным в течение 12 суток хранения, снизившись к концу срока до значения 5,91.

Небольшие изменения pH во всех продуктах на протяжении всего срока хранения подтверждаются результатами линейного регрессионного анализа и корреляцией между временем хранения и изменением pH. Коэффициент детерминации R2 для образца с любистком и контрольного образца составил 0,001, для образца с розмарином 0,005 и для образца с клюквой 0,019, тогда как коэффициенты корреляции R составили 0,03, 0,04, 0,07 и 0,14 соответственно. Фактор времени не оказал влияния на pH продукта, что подтверждается значением p, которое во всех случаях значительно превышало 0,50.

Конечное значение pH хранящихся продуктов было аналогично их исходному значению pH, несмотря на значительные различия в общем количестве микроорганизмов между днями хранения от 0 до 16. Различия составляют: 3,89 логарифмических циклов для образца с розмарином, 3,98 логарифмических циклов для образца с клюквой, 3,96 логарифмических циклов для образца с любистком и 4,47 логарифмических циклов для контрольного образца.

Признаком порчи мяса обычно является повышенный уровень pH, который является результатом роста гнилостных бактерий и выделения аммиака в окружающую среду. В случае роста сахаролитической микрофлоры и разложения углеводов выделяются кислоты и уровень pH снижается. Для целей хранения важно, чтобы уровень pH мяса достигал как можно более низкого уровня, чтобы обеспечить стабильность срока годности мяса. Этот уровень pH составляет около 5,4. Значение pH 6,4 считается критическим для пригодности мяса к хранению. Когда значение pH превышает этот уровень, мясо проявляет малую устойчивость к микроорганизмам и, таким образом, подвержено процессам разложения. Это также связано с активностью ферментов, вырабатываемых микроорганизмами, особенно протеолитических, оптимум активности которых достигается при значении pH, равном 7,0-8,0. Однако их активность подавляется при значении pH ниже 6,0.

В ходе данного исследования на протяжении всего цикла хранения существенных изменений значений pH не наблюдалось, а по его окончании даже зафиксировано снижение, несмотря на значительный рост микрофлоры. Возможно, это связано с влиянием добавления растительных экстрактов на направленность метаболических превращений микроорганизмов и ферментов в продукте.

**Выводы**

Из всех примененных растительных экстрактов экстракт розмарина характеризуется наиболее сильным действием в отношении микроорганизмов, что проявляется в наибольшем сроке хранения (13,3 суток) исследуемых продуктов, хранящихся при температуре 10°C. В течение всего срока хранения наиболее интенсивный рост микроорганизмов наблюдался в контрольном образце и продукте с добавлением любистока. Добавление растительных экстрактов вызвало небольшие изменения кислотности продукта, которая достигла уровня, сопоставимого с таковым у контрольного продукта, несмотря на большие различия в начальном и конечном количестве микроорганизмов, зарегистрированных в течение периода хранения.

**Литература**

[1] Давлетшина Л. А., Карманов М. В. Актуальные вопросы статистики пищевых отравлений //Вестник Академии. – 2020. – №. 3. – С. 16-21.

[2] Ельшина Л. Е., Речкина Е. А. Использование ягодных маринадов в технологии мясных

**References**

[1] Davletshina L. A., Karmanov M. V. Actual issues of food poisoning statistics // Vestnik of the Academy. - 2020. - No. 3. - P. 16-21.

[2] Elshina L. E., Rechkina E. A. Use of berry marinades in the technology of semi-finished meat products //

полуфабрикатов //Инновационные технологии пищевых производств. – 2021. – С. 21-25.
[3] Прянишников В. В., Глотова И. А., Брекало Е. Р. Традиции и инновации: применение специй при мариновании мясной продукции //Пищевая индустрия. – 2020. – №. 2. – С. 10-13.
[4] Червоткина Д. Р., Борисова А. В. Антимикробные препараты природного происхождения: обзор свойств и перспективы применения //Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2022. – Т. 12. – №. 2 (41). – С. 254-267.
[5] Шахин М., Сухенко Л. Т., Новиченко О. В. Органолептическая оценка качества, антиоксидантная и антимикробная активность растительных масел и масляного экстракта Nigella sativa L //Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. – 2024. – №. 4. – С. 46-52.
[6] Hamad G. M. et al. Detection and control of foodborne pathogenic bacteria using Solanum nigrum extract as antibacterial in meat products //Annual Research & Review in Biology. – 2018. – Т. 23. – №. 6. – С. 1-17.
[7] Shan B. et al. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents // Journal of agricultural and food chemistry. – 2005. – Т. 53. – №. 20. – С. 7749-7759.
[8] Shan B. et al. The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts //International Journal of food microbiology. – 2007. – Т. 117. – №. 1. – С. 112-119.

Innovative technologies of food production. - 2021. - P. 21-25.
[3] Pryanishnikov V. V., Glotova I. A., Brekalo E. R. Traditions and innovations: the use of spices in marinating meat products // Food industry. - 2020. - No. 2. - P. 10-13.
[4] Chervotkina D. R., Borisova A. V. Antimicrobial drugs of natural origin: a review of the properties and prospects of application // News of universities. Applied chemistry and biotechnology. – 2022. – Vol. 12. – No. 2 (41). – P. 254-267.
[5] Shakhin M., Sukhenko L. T., Novichenko O. V. Organoleptic assessment of quality, antioxidant and antimicrobial activity of vegetable oils and oil extract of Nigella sativa L // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. – 2024. – No. 4. – P. 46-52.
[6] Hamad G. M. et al. Detection and control of foodborne pathogenic bacteria using Solanum nigrum extract as antibacterial in meat products //Annual Research & Review in Biology. – 2018. – Vol. 23. – No. 6. – P. 1-17.
[7] Shan B. et al. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents // Journal of agricultural and food chemistry. – 2005. – T. 53. – No. 20. – pp. 7749-7759.
[8] Shan B. et al. The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts //International Journal of food microbiology. – 2007. – T. 117. – No. 1. – pp. 112-119.

**Сведения об авторах**

**Симаков Данил Геннадьевич**
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:**

**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

**Information about the authors**

**Simakov Danil Gennadievich**
upostgraduate student of the department «Food productions»
Penza State Technological University
**Phone:** +7(937) 914-73-00
**E-mail:**

**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

# ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

# TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 339.1

## Анализ современного технологического оборудования для производства продуктов питания

*Зимняков В.М.*

**Аннотация.** Данная статья посвящена анализу современного технологического оборудования, разработке предложений по повышению эффективности использования технологического оборудования. Отмечена необходимость перехода в пищевой и перерабатывающей промышленности на новые виды отечественного технологического оборудования. Представлена классификация современного технологического оборудования для производства продуктов питания. Дана подробная классификация современного технологического оборудования по основным параметрам. Рассмотрены основное принципы работы современного технологического оборудования. Определены требования рационального размещения современного технологического оборудования. Выявлены основные преимущества современного технологического оборудования. Одним из главных преимуществ современного оборудования является повышение эффективности производственных процессов, сведение к минимуму участия человека в технологических процессах.

**Ключевые слова:** классификация, технологическое оборудование, автоматизация, функциональное назначение, принцип работы, процесс, размещение, преимущество.

**Для цитирования:** Зимняков В.М. Анализ современного технологического оборудования для производства продуктов питания // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 47–52.

## Analysis of modern technological equipment for food production

*Zimnyakov V.M.*

**Abstract.** This article is devoted to the analysis of modern technological equipment, the development of proposals to improve the efficiency of using technological equipment. The need to switch to new types of domestic technological equipment in the food and processing industry was noted. The classification of modern technological equipment for food production is presented. A detailed classification of modern technological equipment is given. equipment according to the main parameters. The basic principles of operation of modern technological equipment are considered. The requirements of rational placement of modern technological equipment are defined. The main advantages of modern technological equipment are revealed. One of the main advantages of modern equipment is to increase the efficiency of production processes, minimizing human involvement in technological processes.

**Keywords:** classification, technological equipment, automation, functional purpose, principle of operation, process, placement, advantage.

**For citation:** Zimnyakov V.M. Analysis of modern technological equipment for food production. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 47–52. (In Russ.).

**Введение**

На современных предприятиях важную роль играет технологическое оборудование. Оно является неотъемлемой частью производственных процессов и используется в различных отраслях промышленности. В основе работы технологического оборудования лежат принципы его устройства и функционирования. С развитием промышленности и технологий требования к технологическому оборудованию становятся все более строгими. Сегодня акцент делается на автоматизацию, интеграцию с системами управления производством и возможность быстрого переоснащения под разные задачи. Это позволяет сократить временные затраты, уменьшить риск ошибок и повысить общую производительность труда. С развитием технологий технологическое оборудование становится все более интеллектуальным. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет устройствам адаптироваться к меняющимся условиям в реальном времени, оптимизировать производственные процессы и предсказывать необходимость технического обслуживания. В последнее время в пищевой, перерабатывающей промышленности и АПК возникает необходимость перехода на новые виды отечественного технологического оборудования, обладающего высокими показателями качества, надежности и тепловой экономичности [1, 4, 6, 8, 10].

Цель исследования – провести анализ современного технологического оборудования в России и определить тенденции развития его производства на ближайшее время.

**Объекты и методы исследования**

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

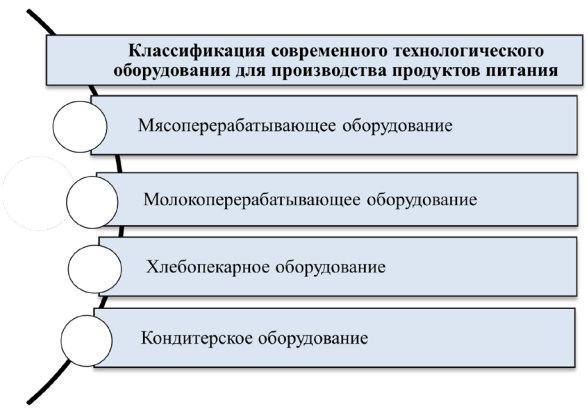


Рис. 1. Классификация современного технологического оборудования для производства продуктов питания

**Результаты и их обсуждение**

Современное технологическое оборудование играет важную роль в механизмах производства и является основой для получения качественной продукции. Знание основных принципов и принципов работы технологического оборудования позволяет организовывать производственные процессы на высоком уровне.

Технологическое оборудование имеет важное значение в процессах производства и организации работы различных отраслей промышленности.

Для производства и переработки продуктов питания в перерабатывающих производствах используются различные типы оборудования (рис. 1).

Классификацию современного технологического оборудования производят по основным параметрам [5] (рис.2).

По принципу сочетания в производственном потоке различают отдельные (частные) машины, агрегатные (комплексные), комбинированные и автоматические системы машин:

- Отдельные (частные) машины выполняют, как правило, одну операцию технологического процесса.
- Агрегатные (комплексные) машины имеют несколько рабочих органов, одновременно или последовательно выполняющие различные технологические операции.
- Комбинированные машины выполняют определённый законченный цикл операций и процессов.
- Автоматические системы машин осуществляют непрерывный законченный производственный процесс.

По структуре рабочего цикла оборудование делится на: периодического и непрерывного действия. В оборудовании периодического действия обрабатываемый продукт подвергается воздействию в течение определённого периода времени, после чего готовый продукт выгружается из машины. Затем загружается следующая порция продукта, и процесс возобновляется, повторяясь циклически. Непрерывного действия. В машинах непрерывного действия рабочие органы работают в стабильных условиях установившегося во времени рабочего процесса, а загрузка исходной и выгрузка готовой продукции производятся одновременно. В этих машинах готовность обрабатываемой продук-

Рис. 2. Классификация современного технологического оборудования по основным параметрам

ции в любой точке рабочей камеры постоянна во времени и меняется только по длине камеры, что позволяет подавать в машину новые её порции до окончания обработки предыдущих и соответственно сокращать продолжительность рабочего цикла в сравнении с технологическим.

По степени автоматизации: неавтоматического действия, полуавтоматическое, автоматическое (роботизированные линии, автоматические линии производства). В неавтоматических машинах вспомогательные операции (загрузка-выгрузка) и некоторые основные технологические операции выполняются при непосредственном участии человека. В полуавтоматах все основные операции выполняются машиной, а в автоматах самой машиной дополнительно выполняются и вспомогательные операции, включая транспортные и контроль.

По функциональному назначению: обработка материалов (вальцовые станки), транспортировка и перемещение (конвейеры, грузоподъемное оборудование), хранение (резервуары, контейнеры, склады автоматизированные), упаковка (упаковочные машины, линии фасовки).

По характеру воздействия на обрабатываемый продукт различают машины (продукт подвергается механическому воздействию при этом он не меняет своих основных свойств) и аппараты (в продукте изменяются физические, химические свойства или агрегатное состояние). Характерной особенностью машины является наличие движущихся рабочих органов, воздействующих на продукт, а аппаратов – наличие реактивного пространства (рабочей камеры), в которой происходит воздействие на продукт с целью изменения его свойств [5].

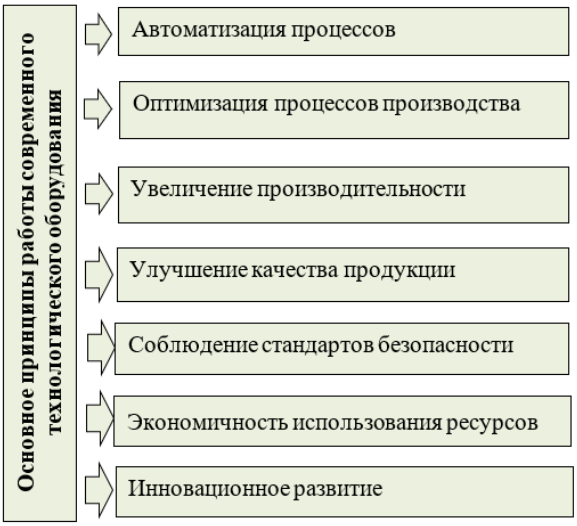


Рис. 3. Основное принципы работы современного технологического оборудования

В основе работы технологического оборудования лежат принципы его устройства и функционирования, диапазон которых весьма широк (рис.3).

Одним из основных аспектов влияния современного оборудования на производственные процессы является автоматизация. Многие рутинные и монотонные операции теперь выполняются автоматически, без участия человека. Это позволяет сократить время производства, снизить вероятность ошибок и повысить эффективность рабочих процессов. Внедрение современного оборудования способствует значительному увеличению производительности предприятия. Новые технологии позволяют выполнять больше работы за меньшее время и с меньшими затратами ресурсов. Это приводит к увеличению объемов производства и росту прибыли компании.

Внедрение современного оборудования часто сопровождается снижением затрат на производство. Это может быть связано как с уменьшением расходов на рабочую силу благодаря автоматизации, так и с оптимизацией процессов и сокращением потерь. Внедрение современного оборудования способствует инновационному развитию предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности. Новые технологии, такие как 3D-печать, интернет вещей и искусственный интеллект, позволяют компаниям создавать более продвинутые и конкурентоспособные продукты. Новые технологии позволяют создавать более продвинутые и конкурентоспособные продукты питания, что способствует росту прибыли и развитию экономики [3, 7, 9].

Рациональное размещение технологического оборудования должно обеспечивать прогрессивную организацию производственного процесса, соблю-

Рис. 4. Требования рационального размещения современного технологического оборудования

дение требований охраны труда и техники безопасности, правил производственной санитарии и личной гигиены, а также эффективное использование площадей помещений (рис.4).

В производственных помещениях оборудование размещают в соответствии с технологическими схемами работы. Технологические линии не должны пересекаться между собой и иметь возвратных потоков: нужно, чтобы технологический процесс осуществлялся кратчайшим путём. Размещение оборудования может быть пристенное, островное. Использование того или иного приема зависит от характера производства.

Рабочие места должны располагаться в соответствии с технологической последовательностью выполнения операций. Компоновать технологические линии следует с учетом минимально допустимых расстояний между отдельными единицами оборудования либо между оборудованием и стеной, обеспечивающих нормальные условия для монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования [2].

Технологическое оборудование играет важную роль в современных производственных процессах. Оно помогает автоматизировать и оптимизировать процессы, увеличивает производительность и качество продукции. Основные преимущества современного технологического оборудования заключаются в следующем (рис. 5).

Современное технологическое оборудование также позволяет оптимизировать производство, повышая его производительность и снижая затраты на оплату труда и энергетические ресурсы. Повышение энергоэффективности дает экономию ресурсов и снижение затрат на производство. Это приводит к уменьшению себестоимости и конечной цены продукции. Одним из главных преимуществ современного оборудования является повышение эффективности производственных процессов, сведение к минимуму участия человека в технологических процессах. Автоматизация и оптимизация операций позволяют сократить время производства и увеличить объемы выпускаемой продукции. Высокая точность проведения всех операций способствует улучшению качества производимой продукции. Более точные и стабильные процессы производства позволяют снизить вероятность дефектов и брака. Компании, использующие современное технологическое оборудование, становятся более конкурентоспособными на рынке. Увеличение производительности, улучшение качества продукции и снижение затрат позволяют им выигрывать в конкурентной борьбе. Новое технологическое оборудование – это роботизированные и автоматизированные машины с интеллектуальным числовым управлением. Они позволяют человеку затрачивать минимальные силы для выполнения самых сложных задач, которые раньше считались просто нереальными. С учетом текущих мировых трендов все больше внимания уделяется экологической чистоте производства. Технологическое оборудование нового поколения не только должно быть эффективным, но и экологичным, минимизируя выбросы и отходы. В контексте постоянно развивающегося технологического прогресса и растущих экологических требований современного мира, выбор правильного технологического оборудования становится критически важным.

В настоящее время в условиях сложившейся политической ситуации в мире, отсутствия легальных поставок западного оборудования, высокой зависимости от импорта технологических машин из

Рис. 5. Основные преимущества современного технологического оборудования

стран восточной Азии и недостаточной мощности российского технического оснащения, Правительство РФ стремится всеми возможными способами поддерживать развитие отечественного производителя для скорейшего технологического прорыва в области машиностроения и возможности автономного (независимого от импорта) существования российских предприятий по производству продуктов питания различной степени мощности. При осуществлении государственной поддержки выделяют три главных метода: 1) субсидирование; 2) грантовая деятельность; 3) льготное кредитование предприятий, занимающихся разработкой и производством технологического оборудования. Каждый из приведенных методов эффективен и вносит значительный вклад в развитие частных предприятий [7].

**Выводы**

1. Современное технологическое оборудование для производства продуктов питания играет ключевую роль в современной промышленности, обеспечивая эффективность, качество и конкурентоспособность перерабатывающих предприятий.

2. Одним из главных преимуществ современного оборудования является повышение эффективности производственных процессов. Автоматизация и оптимизация операций позволяют сократить время производства и увеличить объемы выпускаемой продукции.

3. Внедрение современного оборудования способствует инновационному развитию предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.

**Литература**


[1] Бухалков, М. И. Эффективность и безопасность использования технологического оборудования на промышленных предприятиях // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2022. – No 4. – С. 51-63. – DOI 10.33920/pro-4-2204-05. – EDN JJWOVT.

[2] Главчева, С.И. Рождественская Л.Н., Леган М. В., Сапожников А. Н. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебное пособие // Новосибирск: НГТУ, 2016. – 146 с. – ISBN 978-5-7782-2824-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/118436 (дата обращения: 26.01.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

[3] Кайкова, Д.А. Обоснование выбора инновационного оборудования как фактор снижения затрат на производство //В сборнике: Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации (Социальный инженер-2023). Сборник материалов Международной научной конференции молодых исследователей. Москва, 2023. С. 169-173.

[4] Коновалом М.П. Роль и развитие производства технологических машин и оборудования в экономике России //Экономика и социум №6 (85) ч. 1 2021. – С. 718-721.

[5] Промышленное оборудование: виды и назначение. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 20 (206). – URL: https://moluch.ru/archive/206/67715/ (дата обращения: 24.01.2025).

[6] Разгоняева, А.И., Чеха О.В. К вопросу о ресурсосбережении на предприятиях пищевой промышленности // Пищевые инновации и биотехнологии : сборник тезисов


**References**


[1] Bukhalkov, M. I. Efficiency and safety of using technological equipment at industrial enterprises // Labor protection and safety at industrial enterprises. – 2022. – No. 4. – pp. 51-63. – DOI 10.33920/pro-4-2204-05 . – EDN JJWOVT.

[2] Glavcheva, S.I. Rozhdestvenskaya L.N., Legan M. V., Sapozhnikov A. N. Bachelor's degree thesis: a textbook // Novosibirsk: NSTU, 2016. – 146 p. – ISBN 978-5-7782-2824-5. – Text: electronic // Lan: electronic library system. – URL: https://e.lanbook.com/book/118436 (date of request: 01/26/2025). – Access mode: for authorization. users.

[3] Kaikova, D.A. Justification of the choice of innovative equipment as a factor in reducing production costs //In the collection: Socio-humanitarian problems of education and professional self-realization (Social Engineer-2023). Collection of materials of the International Scientific Conference of Young Researchers. Moscow, 2023. pp. 169-173.

[4] Konovalom M.P. The role and development of the production of technological machines and equipment in the Russian economy //Economics and Society No. 6 (85) part 1, 2021. pp. 718-721.

[5] Industrial equipment: types and purpose. – Text: direct // Young scientist. – 2018. – № 20 (206). – URL: https://moluch.ru/archive/206/67715 / (date of reference: 01/24/2025).

[6] Razgonyaeva, A.I., Chekhov O.V. On the issue of resource conservation in the food industry // Food innovations and biotechnologies : a collection of abstracts of the IX International Scientific Conference of Students, postgraduates and Young Scientists «Food Innovations and Biotechnologies» within the framework of the III International Symposium «Innovations in Food Biotechnology», Kemerovo, May 17-19, 2021. Volume 1. Kemerovo: Kemerovo State University, 2021. pp. 521-523.

[7] Salangin, V.V., Piskunova M.M., Korenevskaya P.A.

IX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации и биотехнологии» в рамках III международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии», Кемерово, 17-19 мая 2021 года. Том 1. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2021. С. 521-523.

[7] Салангин, В.В., Пискунова М.М., Кореневская П.А. Современные проблемы и тенденции развития технологического оборудования для переработки мяса на российском рынке // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2023. № 11 (87). С. 465-469.

[8] Шихалев, С.В. Разработка инновационного оборудования для пищевой промышленности // В сборнике: Труды уральского государственного экономического университета. Сборник научных статей в 2 т. отв. за вып. Е. Б. Дворядкина; ред. кол.: В. Ж. Дубровский, М. С. Марамыгин, А. Ю. Коковихин, В. П. Соловьева. Екатеринбург, 2016. С. 210-215.

[9] Шкалыгин, А.В., Чеха М.Е. Проблемы реализации стратегии импортозамещения оборудования и комплектующих для отечественных предприятий мясоперерабатывающего подкомплекса // Исследования молодых ученых №1(69). 2018.

[10] Хропач, А. И. Инновационные подходы в модернизации технологии и оборудования для производства питьевого молока / А. И. Хропач // Молодежная наука - гарант инновационного развития АПК: материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 19–21 декабря 2018 года. Том Часть 3. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 441-446. – EDN OCFZKA.

Modern problems and trends in the development of technological equipment for meat processing on the Russian market. Skif. Questions of student science. 2023. No. 11 (87). pp. 465-469.

[8] Shikhalev, S.V. Development of innovative equipment for the food industry // In the collection: Proceedings of the Ural State University of Economics. Collection of scientific articles in 2 volumes, ed. by E. B. Dvoryadkin; edited by V. J. Dubrovsky, M. S. Maramygin, A. Y. Kokovikhin, V. P. Solovyova. Yekaterinburg, 2016. pp. 210-215.

[9] Shkalygin, A.V., Chekha M.E. Problems of implementation of the strategy of import substitution of equipment and components for domestic enterprises of the meat processing subcomplex // Research of young scientists No. 1(69). 2018.

[10] Khropach, A. I. Innovative approaches in the modernization of technology and equipment for the production of drinking milk / A. I. Khropach // Youth science - the guarantor of innovative development of agriculture: proceedings of the X All-Russian (national) scientific and practical Conference of students, postgraduates and young scientists, Kursk, December 19-21, 2018. Volume Part 3. Kursk: Kursk State Agricultural Academy, 2019. pp. 441-446. - EDN OCFZKA.

**Сведения об авторах**

**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

**Information about the authors**

**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

УДК 338.43

# Основные направления цифровых технологий в мясо-молочном подкомплексе России

*Зимняков В.М., Каешова И.В.*

**Аннотация.** В статье рассмотрен процесс цифровизации внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство. В России уровень внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство пока остается низким. По этому показателю страна занимает 15-е место в мире. Цифровая трансформация для предприятий мясо-молочной отрасли является необходимым условием для интеграции с потребителями и поставщиками. В настоящее время заводы по производству автоматизированного и роботизированного оборудования располагаются в странах западной Европы. Поэтому важно обеспечить собственное производство цифровых технологий и оборудования. Цифровизация позволяет улучшить эффективность и производительность в мясо-молочном подкомплексе. Цифровизация в мясо-молочном подкомплексе – это процесс формирования интегрированной системы управления основными производственными процессами кормления, поения, доения, навозоудаления и первичной переработки продукции на основе интернета вещей. По прогнозам, к 2026 году рынок информационно-компьютерных технологий в мясо-молочной отрасли должен вырасти как минимум в 5 раз.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, алгоритмы, программное обеспечение, мясо-молочный подкомплекс, эффективность.

**Для цитирования:** Зимняков В.М., Каешова И.В. Основные направления цифровых технологий в мясо-молочном подкомплексе России // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 53–58.

# The main directions of digital technologies in the meat and dairy subcomplex of Russia

*Zimnyakov V.M., Kaeshova I.V.*

**Abstract.** The article discusses the process of digitalization of the introduction of digital technologies in agriculture. In Russia, the level of implementation of digital technologies in agriculture remains low. According to this indicator, the country ranks 15th in the world. Digital transformation for meat and dairy industry enterprises is a prerequisite for integration with consumers and suppliers. Currently, factories for the production of automated and robotic equipment are located in Western European countries. Therefore, it is important to ensure our own production of digital technologies and equipment. Digitalization makes it possible to improve efficiency and productivity in the meat and dairy subcomplex. Digitalization in the meat and dairy subcomplex is the process of forming an integrated management system for the main production processes of feeding, watering, milking, manure removal and primary processing of products based on the Internet of Things. According to forecasts, the market of information and computer technologies in the meat and dairy industry is expected to grow at least 5 times by 2026.

**Keywords:** digital technologies, algorithms, software, meat and dairy subcomplex, efficiency.

**For citation:** Zimnyakov V.M., Kaeshova I.V. The main directions of digital technologies in the meat and dairy subcomplex of Russia. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 53–58. (In Russ.).

**Введение**

Современное животноводство, в частности молочное скотоводство, активно внедряет цифровые технологии, что позволяет оптимизировать работу на производстве, вывести ее на новый уровень и изменить прибыльность предприятия. Несмотря на большое количество проведенных исследований по эффективности применения цифровых технологий в животноводстве, вопросы импортозамещения в сфере программного обеспечения аграрного производства решены не полностью, в связи с чем исследование по разработке отечественной специализированной программы для молочного и мясного животноводства является актуальным и имеет высокую практическую значимость [5, 6, 7, 8].

Целью работы является изучение основных направлений цифровых технологий в мясо-молочном подкомплексе России.

**Объекты и методы исследования**

Объектом исследования являются цифровые технологии в мясо-молочном подкомплексе России. Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований. В процессе обработки исходной информации и других привлеченных аналитических материалов применялись анализ и синтез, логический, корреляционный и статистический анализ и др. Методикой исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные общностью системного подхода к проблемам цифровых технологий в мясо-молочном подкомплексе России.

**Результаты и их обсуждение**

Одной из ключевых проблем в использовании зарубежных спецпрограмм является недостаточная их адаптация к российским условиям. Импортные программы могут не учитывать специфику отечественного животноводства (породы животных, климатические условия, системы кормления и др.). В сложившейся ситуации альтернативным решением должна стать разработка отечественных программ с учетом специфики российского животноводства и законодательства.

Ученые из Омского ГАУ приняли непосредственное участие в разработке алгоритмов для создания программы «АСУ-Агро». Разработанные зоотехнические алгоритмы предусматривают регистрацию событий и цифровой след по каждой зоотехнической процедуре на протяжении всего жизненного цикла животного начиная от рождения и заканчивая его выбытием. В целом, разработанные алгоритмы зоотехнических процессов сформировали основу для создания цифровой инновационной программы «АСУ-Агро» и способствовали разработке управленческого инструмента для принятия обоснованных решений, что позволит увеличить прибыльность и эффективность животноводческого бизнеса [5].

По мнению академика Иванова Ю.А. и соавторов [3], организация «умных» ферм позволяет максимально сокращать отрицательное влияние человека на соблюдение всех технологических требований в производстве молока, фактически сводя его роль к общему контролю и управлению функционированием фермы. Управление такой фермой осуществляется на базе автоматизированного формирования и накопления больших объемов информации в цифровой форме, разработки с использованием элементов искусственного интеллекта технологических и технических решений, их реализации в производстве продукции, интеллектуального анализа полученных результатов и корректировки принятых управленческих решений. Широкое освоение в молочном скотоводстве цифровых, интеллектуальных и роботизированных технологий путем создания «умных» ферм позволит повысить рентабельность реализации молока в среднем до 45-50 %. [3]

В развитых странах сельское хозяйство развивается ускоренными темпами за счет внедрения инновационных технологий с применением искусственного интеллекта, автоматизации и цифровых

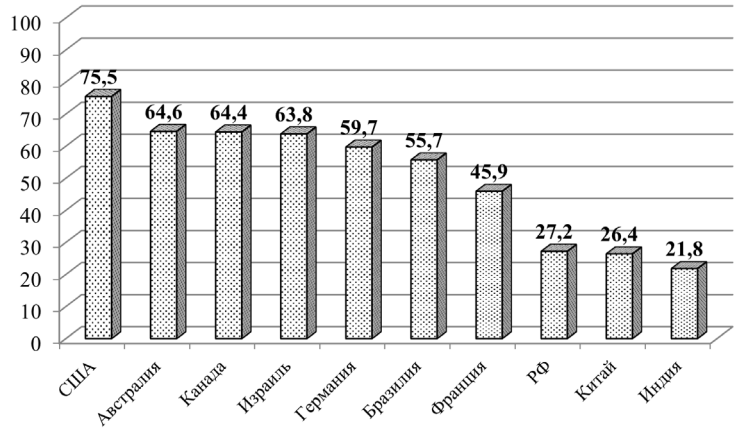


Рис. 1. Индекс цифровизации внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство

платформ [4]. По оценке экспертов рынка, автоматизированные системы откорма, доения и мониторинга здоровья поголовья скота могут повысить надои на 30–40%. Индекс цифровизации внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство в развитых странах составляет от 21,8 до 75,5 (рис. 1).

В России уровень внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство пока остается низким. По этому показателю страна занимает 15-е место в мире. По прогнозам, к 2026 г. рынок информационно-компьютерных технологий в отрасли должен вырасти как минимум в 5 раз. Крупные российские агрохолдинги уже включились в процессы цифровизации.

Цифровая трансформация для предприятий мясо-молочной отрасли – это непросто оптимизация затрат на основе автоматического доильного зала и использования отборных племенных животных, а необходимое условие для интеграции с потребителями и поставщиками, залог долгосрочного устойчивого развития.

По результатам опроса Strategy Partners, 9% компаний считают, что цифровизация существенно повлияет на бизнес-процессы, 29% уверены, что процесс нельзя игнорировать, и всего 10 крупнейших холдингов, которые занимают 25% рынка, уже внедряют цифровые технологии в существующие бизнес-процессы.

По мнению эксперта Strategy Partners Алексея Мальцева цифровые решения в генетике для повышения качества стада генетический профиль животного будет полностью оцифрован. Крупнейшие корпорации формируют генетический профиль животного. На этапе рождения скот будут верифицировать и отправлять животное в производство, либо на убой. Оставаться будут только те животные, которые попадают под определенную схему кормления и схему производства мяса или молока. По подсчетам Евразийской экономической, комиссии

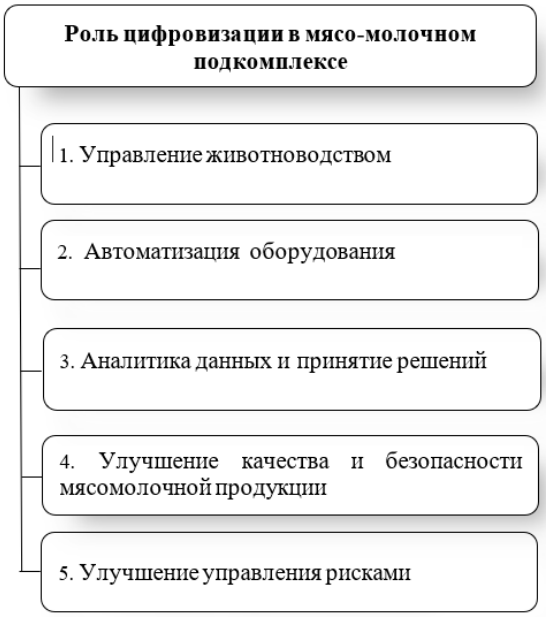


Рис. 2. Роль цифровизации в мясо-молочном подкомплексе

организация геномной селекции на системной основе в масштабах ЕАЭС только в молочном скотоводстве позволит: обеспечить повышение эффекта селекции по молочной продуктивности в 5 раз – с 40 до 200 кг в год; сократить в 4 раза издержки на проведение оценки и содержание быков-производителей. В российской компании «Прогресс Агро» внедрена технология геномной селекции. Генетический центр решает две задачи: восстановление собственного стада КРС путем эмбриотрансфера (ускоренного получение коров за счет трансплантации эмбрионов). Сегодня в хозяйстве уже более 1000 голштинок, каждая с потенциалом более 12 тонн молока в год (показатель доходит до 15–17,6 т / год), выход на рынок продажи нетелей (продуктивно осеменённая (стельная) тёлка). Стоимость проекта 4,2 млрд. руб.

В настоящее время заводы по производству автоматизированного и роботизированного оборудования располагаются в странах западной Европы. С введением санкций против Российской Федерации данное оборудование невозможно импортировать. Поэтому важно обеспечить собственное производство цифровых технологий и оборудования. Для этого необходима программа импортозамещения цифровых технологий в России. Составной частью этой программы должно стать:

• создание Центра развития цифровых технологий в мясо-молочном скотоводстве в комплексе с опытно-экспериментальными фермами;

• создание заводов по производству роботизированного оборудования и новых производственных цепочек;

• создание региональных пилотных проектов молочных и мясных ферм с роботизированным оборудованием отечественного производства, как базы для последующего тиражирования в регионе;

• создание единой цифровой платформы для управления в мясо-молочном скотоводстве;

• создание единой логистической сети распределения готовой молочной и мясной продукции [1, 2].

Цифровизация позволяет улучшить эффективность и производительность в мясо-молочном подкомплексе. Она включает в себя использование информационных и коммуникационных технологий, автоматизацию процессов, аналитику данных, искусственный интеллект и другие инновационные инструменты (рис. 2).

Основные направления цифровизации в мясо-молочном подкомплексе:

● Управление животноводством. Цифровые решения позволяют отслеживать здоровье и поведение животных, контролировать их кормление и условия содержания. Технологии RFID (радиочастотная идентификация) и маркировка животных позволяют вести точный учёт их движений и мониторить показатели производительности.

● Автоматизация оборудования. Автоматизированные системы и роботы могут выполнять за-

Рис. 3. Значение цифровизации в мясомолочном подкомплексе

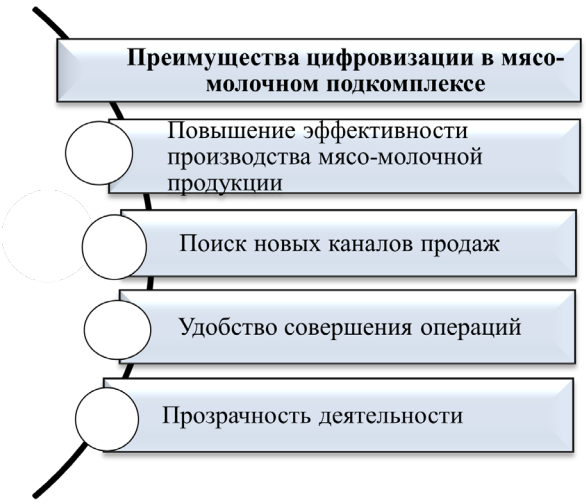


Рис. 4. Преимущества цифровизации в мясо-молочном подкомплексе

дачи по обслуживанию животных с минимальным вмешательством человека, а также при переработке молока и мяса.

● Аналитика данных и принятие решений. Использование облачных платформ позволяет собирать, хранить и анализировать большие объёмы данных, собранных из различных источников. Аналитика данных помогает фермерам выявлять тенденции, прогнозировать погоду, оптимизировать использование ресурсов, принимать решения по управлению производством и повышать эффективность хозяйства.

● Улучшение качества и безопасности мясомолочной продукции. Цифровизация позволяет более точно контролировать процессы производства мясомолочной продукции.

● Улучшение управления рисками. Цифровые решения позволяют прогнозировать и оценивать риски и адаптировать свои стратегии производства. Они также помогают выявлять ранние признаки заболеваний животных, что позволяет предпринять меры по их предотвращению или лечению.

Цифровизация в мясомолочном подкомплексе имеет большое значение (рис. 3).

Цифровизация в мясомолочном подкомплексе – это процесс формирования интегрированной системы управления основными производственными процессами кормления, поения, доения, навозоудаления и первичной переработки продукции на основе интернета вещей.

Некоторые направления цифровизации:

Цифровые решения в генетике. Генетический профиль животного полностью оцифровывается, проводится анализ генетического состава животного в момент его рождения. Генетика и автоматизация доения животных – это два фактора, которые могут значительно сократить операционные затраты. Генетический профиль животного будет полностью оцифрован. Крупнейшие корпорации формируют генетический профиль животного. На этапе рождения скот будут верифицировать и отправлять животное в производство, либо на убой. Оставаться будут только те животные, которые попадают под определенную схему кормления и схему производства мяса или молока.

Цифровизация систем кормления. Животные получают с помощью интернета не просто определённую порцию еды, а модифицированную под их состояние. На «фабрике кормов» формируется рацион на каждый день, наиболее оптимальный под заданный ритм жизни животного в текущий момент времени и с учётом последствий заболеваний или их профилактики. Тот, кто научится связывать генетику и кормление, фактические показатели конверсии удоев с производительностью животного, будут выигрывать у конкурентов.

Цифровизация в доении. Это доильный зал, автоматизированный процесс доения, системы контроля за состоянием животных. Автоматизация доильного зала — один из наиболее мощных инструментов, которые позволяют управлять себестоимостью и снизить ее для молочных ферм.

Управление нормативно-справочной информацией. Централизованная система формирования, хранения и изменения производственной нормативно-справочной информации.

Прослеживаемость производственного процесса. Автоматизация контроля на всех этапах производственного цикла, получение полной и объективной информации о процессе в режиме реального времени.

Преимущества цифровизации включают в себя (рис. 4):

• Повышение эффективности. Цифровые технологии ускоряют внутренние процессы, снижают издержки и минимизируют человеческие ошибки.

• Улучшение клиентского опыта. CRM, чат-боты позволяют лучше понимать потребности клиентов и персонализировать услуги.

• Поиск новых каналов продаж. Платформы

электронной коммерции и диджитал-инструменты открывают доступ к новым клиентам и регионам.

• Повышение конкурентоспособности. Компании, которые применяют цифровизацию, более привлекательны для клиентов и бизнес-партнёров.

• Удобство совершения операций. Через интернет можно найти многие товары и услуги, оплатить их онлайн и получить в удобном месте. Это позволяет сберечь время и силы.

• Прозрачность деятельности. В цифровой экономике операции проводятся онлайн и налоговые органы получают сведения о покупках и продажах. Это препятствует ведению «чёрной бухгалтерии» и способствует борьбе с коррупцией и нечестными схемами.

**Выводы**

Одной из основных задач для дальнейшего развития мясо-молочного подкомплекса является использование цифровых технологий при производстве мясо-молочной продукции. В ближайшее время необходимо повысить уровень внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство России. По прогнозам, к 2026 году рынок информационно-компьютерных технологий в мясо-молочной отрасли должен вырасти как минимум в 5 раз.

**Литература**


[1] Воротников, И. Л., Руднев М. Ю., Шмелев А. П. Организационно-экономические проблемы цифровизации мясо-молочного скотоводства и механизм их решения // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 75-81. – EDN TANMYC.

[2] Голденова В., Дюсегалиева Б. Влияние цифровых технологий на эффективность производства молока и мяса на предприятиях малого бизнеса. Вестник Атырауского университета имени Халела Досмухамедова. 2024;74(3):193-205. https://doi.org/10.47649/vau.24.v74.i3.17. .

[3] Иванов, Ю. А., Скоркин В. К., Гриднев П. И., Ларкин Д. К. Интеллектуальная система управления и обеспечения эффективного производства продукции молочного скотоводства умной фермы // Аграрная наука ЕвроСевероВостока. – 2019. – Т. 20. – № 1. – С. 57-67.

[4] Каманина, А. Н. Современные тренды цифровой трансформации экономической деятельности сельского хозяйства: анализ отечественной и мировой практики // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – № s3. – URL: https://esj.today/PDF/26FAVN323.pdf.

[5] Косенчук, О. В. Цифровые технологии для эффективного ведения молочного и мясного агробизнеса // Продовольственная политика и безопасность. – 2024. – Т. 11, № 4. – DOI 10.18334/ppib.11.4.121606. – EDN KHPBHY.

[6] Плотников А.В. Роль цифровой экономики для агропромышленного комплекса // Московский экономический журнал. – 2019. – № 7. – С. 196-203.

[7] Сулимин, В. В. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве: тенденции, вызовы и возможности для устойчивого развития / В. В. Сулимин, В. В. Шведов // Вестник евразийской


**References**


[1] Vorotnikov, I. L., Rudnev M. Yu., Shmelev A. P. Organizational and economic problems of digitalization of meat and dairy cattle breeding and the mechanism of their solution // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Vol. 6, No. 2. – pp. 75-81. – EDN TANMYC.

[2] Goldenova V., Dyusegalieva B. The impact of digital technologies on the efficiency of milk and meat production in small businesses. Bulletin of Atyrau University named after Khalel Dosmukhamedov. 2024;74(3):193-205. https://doi.org/10.47649/vau.24.v74.i3.17 ..

[3] Ivanov, Yu. A., Skorkin, V. K., Gridnev, P. I., Larkin, D. K. Intelligent management system and efficient production of dairy cattle products from a smart farm // Agrarian Science of Euroseveroostok. – 2019. – Vol. 20. – No. 1. – pp. 57-67.

[4] Kamanina, A. N. Modern trends in the digital transformation of agricultural economic activity: an analysis of domestic and international practice // Bulletin of Eurasian Science. – 2023. – vol. 15. – No. s3. – URL: https://esj.today/PDF/26FAVN323.pdf .

[5] Kosenchuk, O. V. Digital technologies for the effective management of dairy and meat agribusiness // Food policy and safety. – 2024. – Vol. 11, No. 4. – DOI 10.18334/ppib.11.4.121606. – EDN KHPBHY.

[6] Plotnikov A.V. The role of the digital economy for the agro-industrial complex // Moscow Economic Journal, 2019, No. 7, pp. 196-203. [7]. Sulimin, V. V. Digital transformation in agriculture: trends, challenges and opportunities for sustainable development / V. V. Sulimin, V. V. Shvedov // Bulletin of Eurasian Science. – 2023 – vol. 15 – No. 6 –URL: https://esj.today/PDF/42ECVN623.pdf .

[7] Sulimin, V. V. Digital transformation in agriculture: trends, challenges and opportunities for sustainable development / V. V. Sulimin, V. V. Shvedov // Bulletin of Eurasian Science. – 2023 – vol. 15 – No. 6 –URL: https://esj.today/PDF/42ECVN623.pdf .

науки. – 2023 – Т. 15 – № 6 –URL: https://esj.today/PDF/42ECVN623.pdf.
[8] Худякова Е. В., Степанцевич М. Н., Горбачев М. И. Цифровые технологии в АПК: учебник // ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева». – М.: ООО «Мегаполис», 2022 – 220 с.

[8] Khudyakova E. V., Stepantsevich M. N., Gorbachev M. I. Digital technologies in agriculture: a textbook // Russian State Agrarian University named after K. A. Timiryazev. Moscow: Megapolis LLC, 2022 – 220 p.

| **Сведения об авторах** | **Information about the authors** |
|---|---|
| **Зимняков Владимир Михайлович**<br>доктор экономических наук<br>профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции»<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»<br>440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30<br>**Тел.:** +7(927) 444-33-22<br>**E-mail:** zimnyakov@bk.ru | **Zimnyakov Vladimir Mikhailovich**<br>D.Sc. in Economics<br>professor at the department of «Agricultural products processing»<br>Penza State Agrarian University<br>**Phone:** +7(927) 444-33-22<br>**E-mail:** zimnyakov@bk.ru |
| **Каешова Инна Владимировна**<br>кандидат сельскохозяйственных наук<br>доцент кафедры «Производство продукции животноводства»<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»<br>440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30<br>**E-mail:** kaeshova.i.v@pgau.ru | **Kayeshova Inna Vladimirovna**<br>PhD in Agricultural Sciences<br>associate professor at the department of Production of livestock products<br>Penza State Agrarian University<br>**E-mail:** kaeshova.i.v@pgau.ru |

УДК 631.363.285

# Модернизация агрегата для термовакуумной экструзии сельскохозяйственного сырья

*Курочкин А.А., Аширов Р.Р., Поляков А.В.*

**Аннотация.** Актуальность модернизации агрегата для термовакуумной обработки сельскохозяйственного сырья обусловлена обременительными с точки зрения термодинамики условиями преобразования энергии в классическом процессе термопластической экструзии. Сравнение предлагаемого термовакуумного агрегата с известным к настоящему времени оборудованием позволяет сделать вывод о том, что его применение позволит существенно повысить рабочее давление экструзионного процесса, а также упростить вакуумирующую систему машины с одновременным повышением ее надежности.

**Ключевые слова:** модернизация, агрегат, поршневой насос, термовакуумная экструзия, вакуумная камера.

**Для цитирования:** Курочкин А.А., Аширов Р.Р., Поляков А.В. Модернизация агрегата для термовакуумной экструзии сельскохозяйственного сырья // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 59–63.

# Modernization of the unit for thermal vacuum extrusion of agricultural raw materials

*Kurochkin A.A., Ashirov R.R., Polyakov A.V.*

**Abstract.** The urgency of upgrading the unit for thermal vacuum treatment of agricultural raw materials is due to the thermodynamically burdensome energy conversion conditions in the classical thermoplastic extrusion process. A comparison of the proposed thermal vacuum unit with the currently known equipment allows us to conclude that its use will significantly increase the operating pressure of the extrusion process, as well as simplify the vacuum system of the machine while increasing its reliability.

**Keywords:** modernization, assembly, piston pump, thermal vacuum extrusion, vacuum chamber.

**For citation:** Kurochkin A.A., Ashirov R.R., Polyakov A.V. Modernization of the unit for thermal vacuum extrusion of agricultural raw materials. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 59–63. (In Russ.).

## Введение

Анализ научно-технической и патентной информации показал, что за последние 15-20 лет в России и за рубежом проходит апробация термопластической экструзионной технологии, в основе которой заложен принципиально новый способ воздействия на выходящий из фильеры матрицы машины экструдат.

В этой технологии, получившей название термовакуумной, поставлена задача более интенсивного воздействия на обрабатываемое сырье путем частичной замены в экструзионного процессе одной энергетической составляющей на другую [3, 6-12].

В термовакуумном экструдере, реализующем данную технологию, резкое снижение давления при выходе экструдата из фильеры (зона повы¬шенного давления) в вакуумную камеру (зона пониженного давления), приводит к возникновению дополнительной движущей силы – нерелаксируемому градиенту общего давления, в результате чего происходит бурное парообразование по всему объему экструдата, и формирующийся молярный поток выносит из продукта вместе с паром и часть влаги в жидкой фазе. Такой механизм обезвоживания экструдата напоминает механическое удаление влаги посредством прессования или центрифугирования.

С другой стороны, аккумулированная сырьем энергия в зоне высокого давления экструдера взрывоподобно высвобождается в зоне пониженного давления, что приводит к вспучиванию и резкому увеличению объема обрабатываемого материала.

Под действием давления и температуры белковые цепи и крахмальные зерна разрываются, и экструдируемый материал приобретает ограниченную или развитую пористую структуру, которая фиксируется за счет затвердевания крахмала, вызванного резким понижением температуры обрабатываемой среды.

В такой технологии регулируя величину барометрического давления, а значить и процесс парообразования, можно добиться как изменения влажности капиллярно-пористого экструдата в широких пределах, так и частичной или полной его реструктуризации [14].

В настоящее время эволюция термовакуумной экструзии осуществляется в направлении энергосбережения, которое реализуется в части всего экструдера или его основных систем (устройств) – загрузочной, прессующей, нагревающей и вакуумирующей (рис. 1).

Системный анализ конструктивно-технологических схем термовакуумных экструдеров и агрегатов, приведенных в научной литературе и патентах, позволяет предположить, что при перемещении сырья и его подаче к фильере под напором целесообразно использовать прессующее устройство более высокого давления. Функцию нагрева сырья можно обеспечить наиболее энергоэффективным способом – токами СВЧ, а вакуумирующую систему упростить с одновременным повышением ее надежности.

Цель работы – обоснование конструктивно-технологической схемы модернизированного энергосберегающего термовакуумного агрегата.

**Объекты и методы исследования**

Объектом исследований являлась научно-техническая и патентная информация относительно устройства, принципа действия и конструктивных особенностей агрегатов для термовакуумной экструзии сельскохозяйственного сырья.

В работе применялся аналитический метод исследований, основанный на системном подходе к рассматриваемой проблеме.

**Результаты и их обсуждение**

Рассмотрим конструктивно-технологическую схему энергосберегающего термовакуумного агрегата, с помощью которого можно существенно повысить рабочее давление на выходе сырья из фильеры, а также упростить вакуумирующую систему (рис. 2).

Такой агрегат представляет собой четыре относительно самостоятельных блока: загрузки сырья, его перемещения во внутреннем тракте машины (транспортирования), нагрева, а также обработки готового экструдата пониженным давлением (вакуумной обработки).

В состав блока загрузки входит камера 4, цилиндрическая часть которой выполнена в виде межстенного обогреваемого пространства 8, что позволяет осуществлять предварительный подогрев обрабатываемого сырья за счет поступающего из вакуумной камеры 15 экструдера горячего влажного пара. Подача сырья в рабочую зону транспортирующего органа осуществляется с помощью питающего шнека 9.

В верхней части загрузочной камеры расположено металлическое сито 5, а питающий шнек 9 снабжен дополнительной лопастью 6, которая при своем вращении скользит по ситу.

Блок транспортирования сырья включает поршневой насос, предназначенный для подпрессовывания обрабатываемого сырья в процессе его перемещения в зону нагревания. Поршневой насос имеет двусторонний (двойной) принцип действия, при котором поршневая полость служит для нагнетания обрабатываемого сырья под давлением в нагревательную камеру, а штоковая – для откачивания воздуха из вакуум-баллона (ресивера). Поршневая полость с загрузочной камерой соединяется посредством обратного клапана 19, а с нагревательной камерой – клапана 18.

Блок нагрева агрегата представлен в виде нагревательной камеры 17, на внешней стороне которой закреплен один или несколько магнетронов 13. В качестве нагревательной камеры применена толстостенная труба из радиопрозрачного термо-

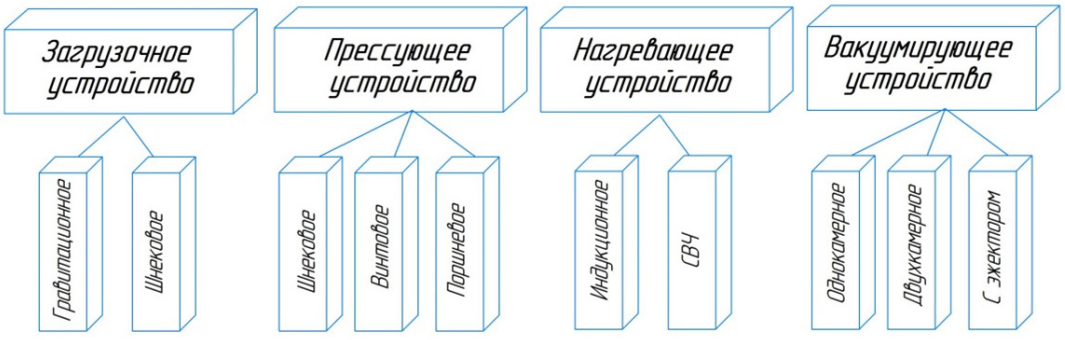


Рис. 1. Основные системы термовакуумных экструдеров

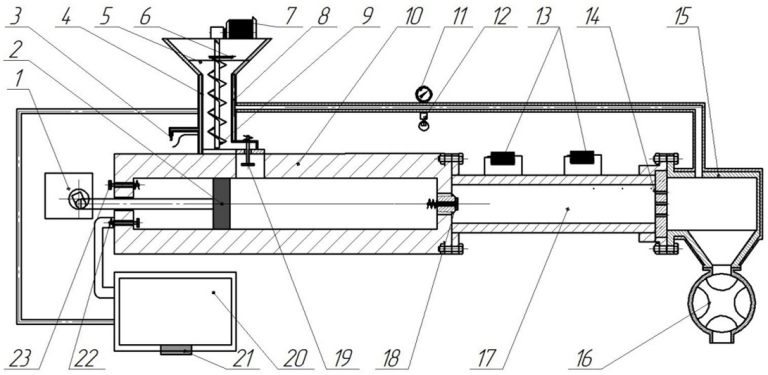


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема энергосберегающего термовакуумного агрегата: 1 – электропривод поршневого насоса; 2 – поршень насоса; 3 – пробка слива конденсата; 4 – загрузочная камера; 5 – металлическое сито; 6 – дополнительная лопасть; 7 – привод питающего шнека; 8 – межстенное обогреваемое пространство; 9 – питающий шнек; 10 – корпус поршневого насоса; 11 – вакуум-регулятор; 12 – вакуумметр; 13 – магнетроны; 14 – фильера матрицы; 15 – вакуумная камера; 16 – шлюзовой затвор; 17 – нагревательная камера; 18 – нагнетательный клапан; 19 – всасывающий клапан поршневого насоса; 20 – вакуум-баллон; 21 – крышка слива конденсата; 22 – всасывающий клапан вакуумного насоса; 23 – нагнетательный клапан вакуумного насоса

стойкого материала. Она закреплена в корпусе экструдера и с помощью уплотнительного устройства соединена с корпусом поршневого насоса 10.

Свободный торец трубы упирается в фильеру матрицы 14, представляющую собой пластину с одним или несколькими отверстиями определенного диаметра. Количество и диаметр отверстий фильеры зависят от потребной производительности экструдера.

Блок обработки готового экструдата пониженным давлением включает в свой состав вакуумную камеру 15, шлюзовой затвор 16, вакуум-метр 11, вакуум-регулятор 12 и вакуум-баллон 21, объединенные в единую систему с помощью трубопроводов.

Загрузочная и вакуумная камеры с внешней стороны покрыты теплоизоляционным материалом (например, напыляемым утеплителем PENOPLEX). Соединяющий их трубопровод также теплоизолирован.

В связи с тем, что теплота горячего пара будет расходоваться на нагрев сырья, поступающего в загрузочную камеру, большая часть пара будет конденсироваться в этой части экструдера. Для удаления конденсата из межстенного пространства загрузочной камеры в ее нижней части предусмотрена специальная пробка 2.

Шлюзовой затвор 16 служит для выгрузки готового продукта без разгерметизации вакуумной камеры 15 агрегата; он представляет собой корпус цилиндрической формы и вращающуюся в нем многолопастную (4-12 шт.) крыльчатку (ротор) на шариковых подшипниках.

Поршень 2 и штоковая полость насоса служат для создания в вакуумной камере экструдера пониженного давления (давления ниже атмосферного), равного 0,05-0,07 МПа. Полость соединена с вакуум-баллоном с помощью всасывающего клапана 22. Сброс воздуха в атмосферу осуществляется посредством нагнетательного клапана 23.

Вакуум-регулятор 12 необходим для поддержания пониженного давления в вакуумной камере 15 агрегата в заданных пределах при требуемых его производительности, а также влажности обрабатываемого сырья и готового продукта. Для контроля давления в вакуумной камере термовакуумного агрегата служит вакуумметр 11.

Рабочий процесс модернизированного агрегата осуществляется следующим образом. Перерабатываемое сырье с помощью транспортера или из бункера подается в загрузочную камеру агрегата. Соприкасаясь с горячими стенками камеры, обрабатываемое сырье предварительно подогревается и затем посредством поршня и нагнетательной полости насоса под напором 1,5-2,0 МПа подается в нагревательную камеру. В камере сырье под действием магнетронов повышает свою температуру до 100-110°С и выводится через фильеру матрицы в вакуумную камеру.

Попадая из области высокого давления (камера нагревания экструдера) в зону низкого давления (вакуумная камера), пищевое сырье подвергается декомпрессионному взрыву, который представляет собой процесс мгновенного перехода воды, находящейся в сырье, в пар. Этот процесс характеризуется выбросом большого количества энергии за короткий промежуток времени и приводит к деструкции клеточных структур обрабатываемого сырья.

В качестве выводов по представленной работе можно отметить очевидные преимущества модернизированного термовакуумного агрегата перед запатентованными ранее энергоэффективными и энергосберегающими экструдерами [14].

Во-первых, замена шнекового или винтового насосов поршневым позволяет существенно повысить рабочее давление экструзионного процесса.

Во-вторых, использование поршневого насоса с двусторонним (двойным) принципом действия позволяет отказаться от вакуумных насосов ротационного или водокольцевого типов, работа которых при удалении горячих водяных паров из вакуумной камеры характеризуется не устойчивыми рабочими параметрами и низкой надежностью.

**Выводы**

Сравнение модернизированного термовакуумного агрегата с известным к настоящему времени оборудованием позволяет сделать вывод о том, что его применение позволит существенно повысить рабочее давление экструзионного процесса, а также упростить вакуумирующую систему машины с одновременным повышением ее надежности.

**Литература**


[1] Инновации в экструзии /А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов [и др.]. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – 247 с.

[2] Курочкин, А.А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата / А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 17-22.

[3] Курочкин, А. А. Классификация энергосберегающих агрегатов для термовакуумной экструзии сельскохозяйственного сырья /А.А. Курочкин, Р.Р. Аширов, А.В. Поляков //Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12, № 1. С. 72-77.

[4] Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова [и др.]. // Инновационная техника и технология. 2015. № 1(2). С. 29-34.

[5] Пат. 189317 Российская Федерация МПК B29C 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.

[6] Пат. 198439 Российская Федерация МПК A23P 30/20. Экструдер с вакуумной камерой /заявители: П.К. Гарькина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ.– № 2020110297; заявл., 10.03.2020; опубл. 09.07.2020, Бюл. № 19. 6с.

[7] Пат. 2783914 Российская Федерация МПК A23P 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 ГТУ.– № 2021110152; заявл. , 13.04.2021; опубл. 13.10.2022, Бюл. № 29. 9с.

[8] Пат. 223952 Российская Федерация МПК B29C48, A23P 30/20. Энергосберегающий экструдер / заявители: А.А. Курочкин, М.А. Потапов, В.С. Гаранин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ.– №2023114708; заявл. 05.06.2023; опубл. 11.03.2024, Бюл. № 8. 7с.

[9] Пат. 2807219 Российская Федерация МПК A23P 30/20. Энергоэффективный экструдер /заявители: А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, М.А. Потапов;


**References**


[1] Innovations in extrusion /A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, A.A.Blinokhvatov [et al.] Penza: RIO PHAU, 2018. – 247 p.

[2] Kurochkin, A. A. System approach to the development of the extruder for thermal vacuum treatment of the extrudate /A.A. Kurochkin // Innovative machinery and technology. 2014. No 4 (01). Pp. 17-22.

[3] Kurochkin, A. A. Classification of energy-saving units for thermal vacuum extrusion of agricultural raw materials /A.A. Kurochkin, R.R. Ashirov, A.V. Polyakov //Innovative machinery and technology. 2025. Vol. 12, No. 1. Pp. 72-77.

[4] Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in an extruder with a vacuum chamber /D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova [et al.]. //Innovative machinery and technology. 2015. No. 1(2). Pp. 29-34.

[5] Pat. 189317 Russian Federation IPC B29C 48/00. Vacuum chamber extruder /applicants: P.K. Garkina, V.M. Zimnyakov, A.A. Kurochkin, O.N. Kukharev; applicant and patent holder of the Federal State Educational Institution of Higher Education Penza State Agrarian University. – No. 2019105424; application. 26.02.2019; publ. 22.05.2019, Bul. No. 19. 7p.

[6] Pat. 198439 Russian Federation IPC A23P 30/20. Extruder with vacuum chamber /applicants: P.K. Garkina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova [et al.]; the applicant and the patent holder of the Federal State Educational Institution of Higher Education Penza State Technical University. – No. 2020110297; application, 03/10/2020; published 07/09/2020, Byul. No. 19. 6p.

[7] Pat. 2783914 Russian Federation IPC A23P 10/25. Unit for thermal vacuum extrusion of vegetable raw materials / applicants: A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, P.K. Garkina, T.V. Sheptak; applicant and patent holder of the Federal State Educational Institution of Higher Education Penza State Technical University. – No. 2021110152; application 04/13/2021; publ. 13.10.2022, Bul. No. 29. 9 p.

[8] Pat. 223952 Russian Federation IPC B29C48, A23P 30/20. Energy-saving extruder /applicants: A.A. Kurochkin, M.A. Potapov, V.S. Garanin; applicant and patent holder of the Federal State Educational Institution of Higher Education Penza State Technical

заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ.– №2023114714; заявл. 05.06.2023; опубл. 13.11.2023, Бюл. № 32. 8 с.

University. – No. 2023114708; application 05.06.2023; publ. 11.03.2024, Bul. No. 8. 7 p.

[9] Pat. 2807219 Russian Federation IPC A23P 30/20. Energy-efficient extruder /applicants: A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, M.A. Potapov; applicant and patent holder of the Federal State Educational Institution of Higher Education Penza State Technical University. – No. 2023114714; application 05.06.2023; publ. 13.11.2023, Bul. No. 32. 8 p.

**Сведения об авторах**

**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

**Аширов Равиль Ринатович**
аспирант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11

**Поляков Александр Викторович**
аспирант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11

**Information about the authors**

**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

**Ashirov Ravil Rinatovich**
upostgraduate student of the department «Food productions»
Penza State Technological University

**Polyakov Alexander Viktorovich**
upostgraduate student of the department «Food productions»
Penza State Technological University

УДК 631.62:615.27

# Использование озона в качестве альтернативы традиционным дезинфицирующим средствам

*Сиркин В.П., Фролов Д.И.*

**Аннотация.** В статье рассматривается роль озона как альтернативного дезинфицирующего средства в пищевой промышленности. Для потребителей важно, чтобы дезинфицирующие средства, используемые в пищевой промышленности, обеспечивали качество и микробиологическую безопасность продуктов питания. Также важно, чтобы они не подвергали опасности их здоровье через токсичные промежуточные продукты. В связи с этим наблюдается рост интереса к альтернативным дезинфицирующим средствам, в том числе к озону. Молекула озона, благодаря расщеплению третьего атома кислорода, является сильным окислителем и эффективным средством уничтожения микроорганизмов. Озон используется для дезинфекции отходов и питьевой воды, а также во всей пищевой промышленности для дезинфекции оборудования и производственных помещений.

**Ключевые слова:** озон, безопасность пищевых продуктов, вода, продукты питания, микробиология.

**Для цитирования:** Сиркин В.П., Фролов Д.И. Использование озона в качестве альтернативы традиционным дезинфицирующим средствам // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 64–70.

# Using ozone as an alternative to traditional disinfectants

*Sirkin V.P., Frolov D.I.*

**Abstract.** This article examines the role of ozone as an alternative disinfectant in the food industry. It is important for consumers that disinfectants used in the food industry ensure the quality and microbiological safety of food products. It is also important that they do not endanger their health through toxic intermediate products. In this regard, there is a growing interest in alternative disinfectants, including ozone. The ozone molecule, due to the splitting of the third oxygen atom, is a strong oxidizer and an effective means of destroying microorganisms. Ozone is used to disinfect waste and drinking water, as well as throughout the food industry to disinfect equipment and production facilities.

**Keywords:** ozone, food safety, water, food, microbiology.

**For citation:** Sirkin V.P., Frolov D.I. Using ozone as an alternative to traditional disinfectants. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 64–70. (In Russ.).

## Введение

Предприятия пищевой промышленности обязаны обеспечивать безопасность своей продукции для потребителей [10]. Для этого применяются различные методы и средства дезинфекции, целью которых является подавление роста патогенных микроорганизмов, предотвращение порчи продуктов и продление их срока хранения [6, 11]. Важным аспектом является отсутствие вредных остатков, что, однако, не всегда удается достичь. В связи с этим возникает необходимость поиска альтернативных и эффективных дезинфицирующих средств. Одним из таких решений может стать озон, который в последние годы привлек внимание не только в контексте пищевой промышленности [26].

## Свойства озона и механизм действия

Озон (O3) представляет собой аллотропную форму кислорода, обладающую высоким окислительно-восстановительным потенциалом -2,07 В, что значительно выше, чем у хлорноватистой кислоты (-1,49 В), хлора (-1,36 В) или кислорода (-0,40 В). Это газ с резким и характерным запахом [2]. При высоких концентрациях в воздухе озон при-

Таблица 1 – Зависимость температуры и растворимости озона в воде [21]

| Температура, °С | Растворимость, л озона/л воды |
|---|---|
| 0 | 0,64 |
| 15 | 0,456 |
| 27 | 0,27 |
| 40 | 0,112 |
| 60 | 0 |

обретает синий оттенок, в то время как при низких концентрациях остается бесцветным газом, который легче воздуха [8]. Период полураспада озона в воздухе составляет примерно 12 часов, а в водных растворах его продолжительность зависит от содержания органического вещества: чем меньше органического вещества, тем дольше сохраняется озон [18]. Озон растворяется в воде в 15 раз лучше кислорода, и его растворимость уменьшается с повышением температуры воды, что показано в таблице 1 [9].

Озон растворяется в воде при pH ниже 7, на этом уровне он не реагирует с водой и присутствует в виде молекул [24]. Однако увеличение значения pH приводит к спонтанному разложению озона, в результате чего образуются высокореактивные свободные радикалы, такие как гидроксил • OH. При значении pH 8 почти половина введенного озона разлагается на различные промежуточные формы и кислород в течение 10 минут.

Молекула озона, благодаря расщеплению третьего атома кислорода, является сильным окислителем [14]. Это свойство делает его очень эффективным в уничтожении микроорганизмов. Доказано, что озон уничтожает вирусы, вызывающие гепатит А, грипп А, везикулярный стоматит и инфекционный ринотрахеит крупного рогатого скота [13]. Инактивация происходит в основном за счет повреждения молекул белка и пептидогликана в капсиде вируса. Он одинаково эффективен в уничтожении нескольких штаммов бактериофагов. Бактерицидные свойства озона были также продемонстрированы в случае грамположительных (Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, Enterococcus faecalis) и грамотрицательных микроорганизмов (Yersinia enterocolitica, Pseudmonas aeruqinosa, Salmonella typhimurium) [3]. Были выявлены два основных механизма, посредством которых осуществляется бактерицидное действие озона. Один из них - окисление сульфгидрильных групп и аминокислот ферментов, пептидов и белков. Другой механизм основан на окислении ПНЖК [25]. У грамотрицательных бактерий липопротеиновые и липополисахаридные слои являются основными местами разрушительного действия озона, что способствует повышению проницаемости клеток микроорганизмов и приводит к их лизису. Озон действует как общий внутриклеточный окислитель, тогда как хлор избирательно разрушает определенные ферменты [22].

**Озонирование воды**

Физико-химические свойства озона, а именно его относительно высокая растворимость в воде и высокий окислительно-восстановительный потенциал (разрушающий структуру микроорганизмов), позволили начать его коммерческое применение для дезодорации промышленных отходов и дезинфекции питьевой воды.

Обработка отходов имеет решающее значение для защиты окружающей среды и продления доступности водных ресурсов. За последние несколько лет появились новые различные методы очистки воды. Безопасные системы очистки воды требуют надежной дезинфекции отходов, что является важнейшим процессом в обеспечении защиты общественного здоровья. Хлорирование по-прежнему является наиболее распространенным методом дезактивации патогенов, присутствующих в воде и отходах, однако альтернативные методы получили признание из-за растущего количества нежелательных промежуточных продуктов хлорирования и его неэффективности в устранении некоторых эпидемических микроорганизмов с низкими концентрациями хлора. Было доказано, что озон является одним из наиболее эффективных дезинфицирующих средств и может широко применяться для дезактивации патогенов в питьевой воде [1]. Его свойства были продемонстрированы на Escherichia coli и подобных бактериях, таких как типичные фекальные индикаторы, поскольку их присутствие обычно проверяется при обработке отходов [29]. В результате дезактивация этих бактерий наблюдалась на 1-3 порядка, и эффект был достигнут без измеримых концентраций озона в растворе. Помимо Clostridium, другие микроорганизмы относительно чувствительны к озону. Более высокая устойчивость бактерий Clostridium указывает на то, что их можно использовать в качестве значимого индикатора устойчивости микроорганизмов [19].

Озонирование также приводит к снижению поглощения УФ-излучения и цвета, что можно рассматривать как преимущество при некоторых последующих применениях очищенных отходов [12].

**Использование озона в пищевой промышленности**

Дезинфекция производственных помещений и оборудования

Высокая реакционная способность и отсутствие вредных остатков делают озон эффективным дезинфицирующим средством, обеспечивающим качество и микробиологическую безопасность пищевых продуктов.

На предприятиях по переработке пищевых продуктов важно, чтобы зоны, контактирующие с

продуктами питания, были максимально микробиологически чистыми. Поэтому следует помнить, что поверхности, которые визуально кажутся чистыми, могут быть загрязнены большим количеством микроорганизмов, которые могут дополнительно загрязнять продукты питания. Чтобы предотвратить это, после надлежащей мойки используются различные чистящие средства. К ним относятся соединения хлора, кислоты, йод и соединения четырехвалентного аммония. Некоторые предприятия по переработке пищевых продуктов используют термическую дезинфекцию и/или облучение. Термическая дезинфекция является эффективным методом уничтожения микроорганизмов, загрязняющих продукты питания, однако пар и горячая вода являются дорогостоящими в производстве, а избыточное тепло может повредить оборудование. Радиационные методы практически не используются на предприятиях по переработке пищевых продуктов из-за неотъемлемых рисков, связанных с наличием радиоактивных материалов. Применение химических дезинфицирующих средств является наиболее распространенным методом, используемым в пищевой промышленности. Хлорсодержащие средства широко используются для дезинфекции воды, отходов и оборудования предприятий по переработке пищевых продуктов. Однако эти хлорсодержащие соединения имеют некоторые недостатки: вредность и раздражающее действие при высоких концентрациях, склонность к образованию канцерогенных соединений и токсическое воздействие на окружающую среду. Несмотря на эти недостатки, хлор уже много лет используется в качестве дезинфицирующего средства для воды и продуктов питания, поскольку он дезактивирует все типы растительных клеток. Хотя хлорирование эффективно снижает частоту пищевых отравлений, хлор реагирует со многими органическими соединениями и образует токсичные промежуточные продукты, которые отрицательно влияют на здоровье населения и окружающую среду.

Озон, растворенный в воде, был использован в линии для мойки пластиковых контейнеров, используемых для хранения и транспортировки мяса [28]. Вода, обогащенная озоном, используется вместо традиционных моющих средств. Озон, полученный из атмосферного кислорода, вводится в контролируемых условиях в циркулирующую воду под пониженным давлением, что позволяет использовать для мойки более холодную воду - от 15 до 30 °C. Хотя в результате применения озона можно использовать более холодную воду, этот метод выделяется среди других подобных методов как высокоэффективный и имеющий многочисленные преимущества. Не требуется использовать агрессивные химикаты или нагревать воду до 80 °C на конечном этапе процесса. В результате загрязнение окружающей среды не такое высокое, как при других методах.

Озон также вызывает коагуляцию белков и жиров. Будучи сильнейшим окислителем и дезинфицирующим средством, озон способен окислять остатки жира и белка и удалять их с поверхности контейнеров. Реакция между озоном и загрязненными поверхностями длится несколько секунд при концентрации загрязнений около 10%. По сравнению с традиционными химикатами это время значительно короче. Подробные микробиологические испытания доказали, что на всех этапах мойки озон вызывал полную инактивацию бактерий [16].

Использование газообразного озона является методом, который обеспечивает полную стерильность и может применяться на бойнях для стерилизации инструментов для убоя, в частности ножей, которые могут стать источником заражения во время убоя, послеубойной обработки и разделки туш.

Использование озона в производстве продуктов питания

Помимо стерилизации оборудования и производственных помещений, озон используется в пищевой промышленности для устранения микроорганизмов с поверхности мяса убойных животных и тушек птицы, а также для консервации продуктов питания и продления срока их хранения. Сокращение микрофлоры, уничтожение патогенов, дезинфекция и продление срока годности продукта — все это может быть достигнуто с помощью ультрафиолетового излучения. Было обнаружено, что инактивация микроорганизмов УФ-излучением происходит в первую очередь за счет повреждения структуры их ДНК [23]. Однако некоторые авторы считают использование УФ-излучения в дезинфекции проблематичным, поскольку некоторые микроорганизмы способны восстанавливать поврежденную ДНК.

Современные исследования показали эффективное бактерицидное действие озона в отношении микроорганизмов, вызывающих гниение пищевых продуктов (P aeruginosa и Z. bailii), фекальных загрязнителей (E. coli и E. faecalis) и патогенов, вызывающих пищевые отравления, например, L. monocytogenes, B. cereus, S. typhimurium [20]. Несмотря на его эффективность против спор и вегетативных форм бактериальных клеток, вряд ли возможно непосредственное использование озона для обработки пищевых продуктов, поскольку причиной является наличие органического вещества. В этих условиях озон менее эффективен в снижении численности бактерий, так как он сначала окисляет компоненты субстрата, а затем бактериальные клетки, что приводит к снижению концентрации свободного озона с его бактерицидным действием. Для достижения желаемого снижения количества бактерий потребуется более высокая концентрация озона, что, в свою очередь, может снизить сенсорные и полезные для здоровья свойства пищи .

Хотя прямое применение озона для консервирования пищевых продуктов кажется маловероятным, в настоящее время в пищевой промышленности обычно используется метод консервирования

пищевых продуктов, который заключается в одновременном использовании методов с дополнительным или синергетическим действием против патогенов. Например, воздействие озона на поверхность говядины в дозе 5 мг/л воды повышает эффективность последующей обработки при температуре 45-75°C против штаммов Clostridium perfringens, которые продуцируют энтеротоксины [15]. Устойчивость как спор, так и вегетативных клеток снижается в результате воздействия озона перед термической обработкой, при которой температуры могут оказаться неэффективными, а применение более высоких температур может привести к снижению качества мяса, т. е. к потемнению поверхности мяса. Это, в свою очередь, является еще одним аргументом в пользу синергетического применения озона и умеренной температуры с целью снижения численности Cl. perfringens. Однако метод консервирования пищевых продуктов необходимо тщательно оценить, чтобы гарантировать, что клетки, сохраняющие свои жизненные функции, не представляют угрозы пищевого отравления или инфекции. Патогены, выживающие при воздействии озона, менее опасны при употреблении пищи, чем те, которые выживают при сублетальной термической обработке.

**Использование озона при хранении продуктов питания**

Успех большинства методов консервирования пищевых продуктов зависит от того, как обработанные пищевые продукты защищены во время хранения от неблагоприятных условий окружающей среды. Пищевые продукты могут быть защищены в основном упаковкой. Однако важно, чтобы во время хранения воздействие различных условий не приводило к изменению физических и/или химических свойств упаковочных материалов. С другой стороны, следует прилагать усилия, чтобы избегать любых изменений контейнеров, которые могут повлиять на качество содержащихся в них пищевых продуктов. Было замечено, что обработка пластиковых контейнеров водой, обогащенной озоном, снижает количество бактерий, прилипших к их поверхности, на 5 порядков [7]. Озон используется при хранении пищевых продуктов еще для одной цели — для контроля запаха [27]. Присутствие озона в низких концентрациях 0,01-0,04 мг/м³ воздуха в холодильных камерах и складских помещениях усиливает ощущение свежести воздуха.

Более того, озон усиливает вкус свежих нестабильных продуктов, таких как фрукты и овощи, окисляя пестициды и нейтрализуя аммиак и этилен, образующиеся в процессе созревания. Снижение уровня этилена продлевает допустимый период хранения и уменьшает усыхание фруктов и овощей. Были проведены некоторые исследования для изучения влияния озона, непрерывно выпускаемого в холодильную камеру в дозах 0,3 и 1,0 мг/м³ воздуха, на развитие основных заболеваний винограда и цитрусовых [17]. Озон оказывал ингибирующее действие на мицелий и значительно снижал споруляцию Penicillium digitatum и Penicillium italicum.

Другие применения озона

Помимо вышеперечисленных применений, озон широко используется для уменьшения количества микроорганизмов в специях [5]. Специи улучшают вкус и аромат пищи, однако они обычно содержат определенное количество микроорганизмов. Большое количество микроорганизмов может негативно повлиять на продукты питания, произведенные с использованием таких специй. Они могут преждевременно портиться, но также могут быть вредны для здоровья (например, афлатоксины). Специи и овощи не должны иметь характеристик, которые могут представлять угрозу для здоровья человека или снижать пригодность и срок годности продуктов, содержащих такие специи. Естественно, ни одна специя не свободна от микроорганизмов, но их количество можно поддерживать на низком уровне. Этого можно достичь путем правильного сбора, обработки и хранения растений, а также физическими методами, такими как излучение, микроволны, сухое и влажное нагревание, или химическими методами, такими как использование перекиси водорода, кислот и оснований. Но использование газообразного озона также уменьшает количество микроорганизмов.

Озон является эффективным пестицидом, используемым при хранении зерна [4]. По оценкам экспертов, 5-10% мирового производства продовольствия ежегодно теряется из-за заражения насекомыми. Этот газ является альтернативой применяемым в настоящее время агентам, некоторые из которых больше не могут использоваться по назначению не только из-за их негативного воздействия на окружающую среду, но и из-за ухудшения качества зерна. Период полураспада озона очень короткий, и насекомые погибают от очень низких доз, в то время как многие из используемых в настоящее время инсектицидов могут быть токсичными для всех организмов, присутствующих в месте хранения и поблизости, включая людей.

**Выводы**

Результаты данного обзора подтверждают высокую эффективность озона как альтернативного дезинфицирующего средства в пищевой промышленности. Благодаря своим сильным окислительным свойствам, озон обеспечивает надежную микробиологическую безопасность продуктов, не оставляя вредных остатков, что важно для защиты здоровья потребителей. Озон уже активно используется для дезинфекции различных объектов в пищевой промышленности, включая оборудование и производственные помещения, а также для очистки воды и отходов. В условиях растущего интереса к экологически чистым и безопасным методам об-

работки, озон представляет собой перспективное средство, которое способно заменить более традиционные, иногда токсичные дезинфектанты. Таким образом, озон обладает потенциалом для широкого применения в различных областях пищевой промышленности, обеспечивая высокую эффективность и безопасность.

**Литература**


[1] Абдурахманов А. А. Эффективность применения озона в птицеводстве //Наука и новые технологии. – 2013. – №. 5. – С. 167-168.

[2] Агасиева Д. Н., Головинов В. С., Полякова А. В. Предозонирование как новый метод интенсификации процессов очистки сточных вод // Охрана природной среды и эколого-биологическое образование. – 2015. – С. 10-12.

[3] Аширметов А. Х., Мавлянов И. Р., Мавлянов З. И. О возможности применения озона в лечении COVID-19 //Juvenis scientia. – 2021. – Т. 7. – №. 3. – С. 5-10.

[4] Бахчевников О. Н., Брагинец А. В. Применение озона для обеззараживания кормового сырья (обзор) //Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – №. 2. – С. 41-61.

[5] Бурак Л. Ч. Современные методы консервирования, применяемые в пищевой промышленности. Обзор // The Scientific Heritage. – 2022. – №. 89. – С. 106-124.

[6] Бурак Л. Ч., Сапач А. Н. Озоновая технология как способ сохранения пищевых продуктов //Вопросы развития современной науки и техники. – 2021. – №. 5. – С. 42-77.

[7] Ваньев Е. В., Кожухов В. А. Применение ультрафиолетовой и озонной технологий в птицеводстве //Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. – 2017. – №. 9. – С. 114-121.

[8] Власова Е. В. Вред и польза озона для человека //экологические проблемы региона и пути их решения. – 2016. – С. 76-81.

[9] Гениатулина И. А. Перспективы использования озона в агропромышленном комплексе как экологически безопасного вещества // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. – 2016. – С. 517-520.

[10] Егорова О. С., Акбулатова Д. Р., Шилкин А. А. Факторы, влияющие на качество и сроки годности напитков брожения из плодового сырья: Обзор предметного поля //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – №. 2. – С. 14-32.

[11] Ершов Б. Г. Радиационные технологии: возможности, состояние и перспективы применения //Вестник Российской академии наук. – 2013. – Т. 83. – №. 10. – С. 885-885.

[12] Камруков А. С., Новиков Д. О. Современные окислительные и фотоокислительные методы разрушения комплексонов в жидких радиоактивных


**References**


[1] Abdurakhmanov A. A. Efficiency of ozone application in poultry farming // Science and new technologies. - 2013. - No. 5. - P. 167-168.

[2] Agasieva D. N., Golovinov V. S., Polyakova A. V. Pre-ozonation as a new method of intensifying wastewater treatment processes // Environmental protection and ecological-biological education. - 2015. - P. 10-12.

[3] Ashirmetov A. Kh., Mavlyanov I. R., Mavlyanov Z. I. On the possibility of using ozone in the treatment of COVID-19 // Juvenis scientia. - 2021. - Vol. 7. - No. 3. - P. 5-10.

[4] Bakhchevnikov O. N., Braginets A. V. Use of ozone for disinfection of feed raw materials (review) // Tavricheskiy Vestnik Agrarnoy Nauki. - 2021. - No. 2. - P. 41-61.

[5] Burak L. Ch. Modern methods of preservation used in the food industry. Review // The Scientific Heritage. - 2022. - No. 89. - P. 106-124.

[6] Burak L. Ch., Sapach A. N. Ozone technology as a way to preserve food products // Issues of development of modern science and technology. - 2021. - No. 5. - P. 42-77.

[7] Vanyev E. V., Kozhukhov V. A. Use of ultraviolet and ozone technologies in poultry farming // Scientific and educational potential of young people in solving urgent problems of the XXI century. – 2017. – No. 9. – P. 114-121.

[8] Vlasova E. V. Harm and benefit of ozone for humans // environmental problems of the region and ways to solve them. – 2016. – P. 76-81.

[9] Geniatulina I. A. Prospects for the use of ozone in the agro-industrial complex as an environmentally friendly substance // Current state and prospects for the development of the agro-industrial complex. – 2016. – P. 517-520.

[10] Egorova O. S., Akbulatova D. R., Shilkin A. A. Factors affecting the quality and shelf life of fermented beverages from fruit raw materials: Review of the subject field // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2023. – No. 2. – P. 14-32.

[11] Ershov B. G. Radiation technologies: possibilities, status and application prospects // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. - 2013. - Vol. 83. - No. 10. - P. 885-885.

[12] Kamrukov A. S., Novikov D. O. Modern oxidative and photo-oxidative methods of complexones destruction in liquid radioactive waste // Safety in the technosphere. - 2015. - Vol. 4. - No. 1. - P. 68-83.

[13] Klyushnikova M. O., Klyushnikova O. N. Application of medical ozone in the clinic of therapeutic dentistry

отходах //Безопасность в техносфере. – 2015. – Т. 4. – №. 1. – С. 68-83.

[13] Клюшникова М. О., Клюшникова О. Н. Применение медицинского озона в клинике терапевтической стоматологии //ВОПРОСЫ. ГИПОТЕЗЫ. ОТВЕТЫ: НАУКА XXI ВЕКА. – 2014. – С. 220-242.

[14] Котельников С. Н. Основные механизмы взаимодействия озона с живыми системами и особенности проблемы приземного озона для России //Труды ИОФАН. – 2015. – Т. 71. – С. 10-41.

[15] Кузубова Л. И., Кобрина В. Н. Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование) //Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – 1996. – №. 42. – С. 1-132.

[16] Мирошникова А. И. Разработка и экспериментальное обоснование применения нового дезинфицирующего средства //Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет. – 2016.

[17] Мордкович Я. Б. Есть ли альтернатива бромистому метилу? //Защита и карантин растений. – 2007. – №. 5. – С. 30-31.

[18] Мосин О. В. Использование озона в водоподготовке //Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2011. – №. 9. – С. 40-43.

[19] Недачин А. Е. и др. Показательное значение отдельных индикаторов и маркеров в отношении вирусного загрязнения воды //Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94. – №. 6. – С. 54-58.

[20] Нестеренко А. А., Решетняк А. И., Потокина Ю. В. Применение озона при хранении мясопродуктов // Вестник НГИЭИ. – 2012. – №. 8. – С. 55-61.

[21] Панич Н. М., Ершов Б. Г. Растворимость и кинетика разложения озона в водных растворах нитратов // Журнал физической химии. – 2008. – Т. 82. – №. 8. – С. 1423-1426.

[22] Погорелов А. Г. и др. Разрушение микробных биопленок как фактор повышения микробиологической безопасности на предприятиях агропромышленного комплекса // Пищевые инновации и биотехнологии. – 2016. – С. 498-505.

[23] Прокопенко А. А., Новикова С. И., Соломина М. П. Обеззараживание воздуха бактерицидным УФ излучением //Птицеводство. – 2016. – №. 6. – С. 55-59.

[24] Соколова Н. Ф. Средства и способы обеззараживания воды (аналитический обзор) // Медицинский алфавит. – 2013. – Т. 1. – №. 5. – С. 44-54.

[25] Узбеков М. Г. Перекисное окисление липидов и антиоксидантные системы при психических заболеваниях. Сообщение II //Социальная и клиническая психиатрия. – 2015. – Т. 25. – №. 4. – С. 92-101.

[26] Шанина Е. В. К вопросу применения озона в пищевой промышленности //Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: Материалы международной научной // QUESTIONS. HYPOTHESES. ANSWERS: SCIENCE OF THE XXI CENTURY. - 2014. - P. 220-242.

[14] Kotelnikov S. N. The main mechanisms of interaction of ozone with living systems and features of the ground-level ozone problem for Russia // Proceedings of the General Physics Institute. - 2015. - Vol. 71. - Pp. 10-41.

[15] Kuzubova L. I., Kobrina V. N. Chemical methods of water treatment (chlorination, ozonation, fluorination) // Ecology. Series of analytical reviews of world literature. - 1996. - No. 42. - Pp. 1-132.

[16] Miroshnikova A. I. Development and experimental justification of the use of a new disinfectant // Stavropol: Stavropol State Agrarian University. - 2016.

[17] Mordkovich Ya. B. Is there an alternative to methyl bromide? // Plant protection and quarantine. - 2007. - No. 5. - Pp. 30-31.

[18] Mosin O. V. Use of ozone in water treatment // Plumbing, heating, air conditioning. - 2011. - No. 9. - P. 40-43.

[19] Nedachin A. E. et al. Indicative value of individual indicators and markers in relation to viral contamination of water // Hygiene and Sanitation. - 2015. - Vol. 94. - No. 6. - P. 54-58.

[20] Nesterenko A. A., Reshetnyak A. I., Potokina Yu. V. Use of ozone in storage of meat products // Bulletin of NGIEI. - 2012. - No. 8. - P. 55-61.

[21] Panich N. M., Ershov B. G. Solubility and kinetics of ozone decomposition in aqueous solutions of nitrates // Journal of Physical Chemistry. - 2008. - Vol. 82. - No. 8. - P. 1423-1426.

[22] Pogorelov A. G. et al. Destruction of microbial biofilms as a factor in increasing microbiological safety at enterprises of the agro-industrial complex // Food innovations and biotechnology. - 2016. - P. 498-505.

[23] Prokopenko A. A., Novikova S. I., Solomina M. P. Air disinfection with bactericidal UV radiation // Poultry farming. - 2016. - No. 6. - P. 55-59.

[24] Sokolova N. F. Means and methods of water disinfection (analytical review) // Medical alphabet. - 2013. - V. 1. - No. 5. - P. 44-54.

[25] Uzbekov M. G. Lipid peroxidation and antioxidant systems in mental illnesses. Communication II // Social and clinical psychiatry. – 2015. – V. 25. – No. 4. – P. 92-101.

[26] Shanina E. V. On the issue of ozone use in the food industry // Current issues of processing and formation of quality of agricultural products: Proceedings of the international scientific conference, Krasnoyarsk, November 24, 2021.-Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2021. – P. 132.

[27] Shilov G. Yu. Modern methods of disinfection of salad crops, vegetables and fruits // Food industry. – 2013. – No. 8. – P. 13-17.

[28] Shurduba N. A. et al. Optimization of the preventive disinfection mode of the surfaces of process equipment in the meat raw material processing shop // Russian journal Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology. – 2015. – No. 3. – pp. 29-33.

конференции, Красноярск, 24 ноября 2021 года.- Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. – 2021. – С. 132.
[27] Шилов Г. Ю. Современные методы дезинфекции салатных культур, овощей и фруктов //Пищевая промышленность. – 2013. – №. 8. – С. 13-17.
[28] Шурдуба Н. А. и др. Оптимизация режима профилактической дезинфекции поверхностей технологического оборудования в цехе по переработке мясного сырья //Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2015. – №. 3. – С. 29-33.
[29] Niveditha A. et al. Application of cold plasma and ozone technology for decontamination of Escherichia coli in foods-a review //Food control. – 2021. – Т. 130. – С. 108338.

[29] Niveditha A. et al. Application of cold plasma and ozone technology for decontamination of Escherichia coli in foods-a review //Food control. – 2021. – Т. 130. – P. 108338.

**Сведения об авторах**

**Сиркин Владислав Петрович**
студент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
**E-mail:**

**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

**Information about the authors**

**Sirkin Vladislav Petrovich**
student of the department «Food productions»
Penza State Technological University
**E-mail:**

**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 332.1

## Основные направления развития мясо-молочного подкомплекса АПК

*Зимняков А.В., Липявский А.П., Зимняков А.М.*

**Аннотация.** В статье отмечено значение мясо-молочного подкомплекса, который является очень важным для производства мяса и молока. Мясо-молочный подкомплекс включает в себя несколько направлений, которые взаимодействуют для обеспечения производства и переработки молока и мяса: селекция и генетика, кормление и содержание, молочное производство, мясное производство, хранение и логистика, маркетинг и продажи, инновации и развитие. Взаимосвязи мясо-молочного подкомплекса включают взаимодействие различных звеньев, таких как производство сырья, переработка, оказание услуг и реализация продукции. При взаимодействии хозяйствующих субъектов мясо-молочного подкомплекса образуется технологическая цепь, в которой на основе взаимовыгодного сотрудничества повышается экономическая эффективность каждого из них. Мясо-молочный подкомплекс АПК, формирует производственные цепочки по производству, переработки и реализации на внутреннем рынке наиболее социально важной молочной и мясной продукцией. В последние годы наблюдается рост показателей спроса на мясо-молочную продукцию, ввиду чего емкость этого рынка будет постоянно увеличиваться. Деятельность субъектов мясо-молочного подкомплекса АПК направлена на удовлетворение физиологических потребностей человека, реализуемая через спрос, посредством удовлетворения его мясом, молоком, молочными и мясными продуктами.

**Ключевые слова:** мясо-молочный подкомплекс, значение, направления, взаимосвязи, технологическая цепь, производство, переработка, развитие.

**Для цитирования:** Зимняков А.В., Липявский А.П., Зимняков А.М. Основные направления развития мясо-молочного подкомплекса АПК // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 2. С. 71–77.

## The main directions of development of the meat and dairy subcomplex of the agroindustrial complex

*Zimnyakov A.V., Lipyavsky A.P., Zimnyakov A.M.*

**Abstract.** The article highlights the importance of the meat and dairy subcomplex, which is very important for meat and milk production. The meat and dairy subcomplex includes several areas that interact to ensure the production and processing of milk and meat.: breeding and genetics, feeding and maintenance, dairy production, meat production, storage and logistics, marketing and sales, innovation and development. The interrelationships of the meat and dairy subcomplex include the interaction of various links, such as the production of raw materials, processing, provision of services and sale of products. When economic entities of the meat and dairy subcomplex interact, a technological chain is formed in which, based on mutually beneficial cooperation increases the economic efficiency of each of them. The meat and dairy subcomplex of the agroindustrial complex forms production chains for the production, processing and sale of the most socially important dairy and meat products on the domestic market. In recent years, there has been an increase in demand for meat and dairy products, which is why the capacity of this market will constantly increase. The activities of the subjects

of the meat and dairy subcomplex of the agroindustrial complex are aimed at satisfying the physiological needs of humans, realized through demand, through satisfying it with meat, milk, dairy and meat products.

**Keywords:** meat and dairy subcomplex, meaning, directions, interrelations, technological chain, production, processing, development.

**For citation:** Zimnyakov A.V., Lipyavsky A.P., Zimnyakov A.M. The main directions of development of the meat and dairy subcomplex of the agroindustrial complex. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 2. pp. 71–77. (In Russ.).

## Введение

Мясо и молоко имеют важное значение в питании человека, так как обеспечивают организм необходимыми питательными веществами. Мясо содержит белок, железо, цинк, витамины группы В, включая В12. Также с мясопродуктами в организм поступает значительное количество фосфора, калия и натрия. Молоко является основным источником животного белка (незаменимых аминокислот), кальция, витаминов В2 и А. Белки молока имеют высокие показатели биологической ценности и усваиваются на 98%.

Мясо-молочный подкомплекс России имеет важное значение по следующим причинам: обеспечение рабочих мест для значительной части сельского населения, формирование производственных цепочек по производству, переработке и реализации на внутреннем рынке социально важной мясной и молочной продукции, удовлетворение потребностей населения в мясе, молоке и яйцах по научно обоснованным нормам потребления [1,4,5].

Обеспечение продовольственной безопасности России должно лежать в сфере наращивания объемов отечественного производства мясных и молочных продуктов. Поэтому федеральные власти должны проводить более продуманную государственную политику в области производства и реализации мясной и молочной продукции. Особенно это необходимо в условиях кризиса и введенных санкций. В числе сохранения положительной динамики развития животноводства в России необходимо создать условия для технологической модернизации и повышения инвестиционной привлекательности в животноводстве, создание логистических центров, предприятий по производству отечественных кормов, кормовых добавок, эффективных ветеринарных средств защиты. Ускорить решение социального развития села за счет создания необходимого уровня развития инфраструктуры на селе с целью привлечения и закрепления квалифицированных кадров. Увеличить соответствующий уровень господдержки для эффективной работы отрасли животноводства [3].

Цель исследования – изучить основные направления развития мясо-молочного подкомплекса АПК России.

## Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлась научно-техническая информация в части развития мясо-молочного подкомплекса. В работе применялся аналитический метод исследований, основанный на системном подходе к изучаемой проблеме.

## Результаты и их обсуждение

Мясо-молочный подкомплекс имеет большое значение для продовольственной безопасности России (рис. 1).

Мясо-молочный подкомплекс в агропромышленном комплексе (АПК) важен для производства мяса и молока. Он включает в себя различные направления, такие как селекция и генетика, кормление и содержание животных, молочное и мясное производство, хранение и логистика, маркетинг и продажи, инновации и развитие.

Рис.1. Значение мясо-молочного подкомплекса

Рис.2. Направления мясомолочного подкомплекса

Некоторые аспекты значения мясо-молочного подкомплекса:

- Удовлетворение потребностей населения. Основная цель подкомплекса – обеспечить население мясо-молочной продукцией по научно обоснованным нормам потребления.
- Обеспечение продовольственной безопасности. Подкомплекс формирует производственные цепочки по производству, переработке и реализации на внутреннем рынке социально важной молочной и мясной продукции.
- Обеспечение занятости. Мясо-молочный подкомплекс предоставляет рабочие места значительной части сельского населения, что способствует сохранению сельского уклада жизни.
- Влияние на культуру питания. Например, мясо-молочная продукция играет важную роль в повседневном питании, являясь компонентом исторически сложившейся культуры питания региона.

Мясо-молочный подкомплекс в агропромышленном комплексе (АПК) играет важную роль в производстве мяса и молока. Он включает в себя несколько направлений, которые взаимодействуют для обеспечения производства и переработки молока и мяса (рис. 2).

Рассмотрим основные направления мясо-молочного подкомплекса:

1. Селекция и генетика. Выбор и разведение животных с оптимальными генетическими характеристиками для максимальной производительности мяса и молока.
2. Кормление и содержание. Подбор и выращивание качественных кормовых культур для обеспечения животных необходимыми питательными веществами, обеспечение оптимальных условий содержания.
3. Молочное производство. Сбор и переработка молока, контроль качества продукции, переработка молока в различные виды молочных продуктов.
4. Мясное производство. Организация убоя животных, переработка мяса и его подготовка к реализации.
5. Хранение и логистика. Обеспечение правильного хранения и транспортировки молочной и мясной продукции, организация логистики для доставки готовой продукции на рынок и в торговые точки.
6. Маркетинг и продажи. Разработка маркетинговых стратегий для продвижения мясо-молочной продукции на рынке, организация продажи продукции через торговые сети, оптовых покупателей и розничные точки.
7. Инновации и развитие. Применение современных методов и технологий для улучшения производственных процессов и качества продукции, участие в исследовательских программах для развития новых продуктов и улучшения производственных методов.

Рис. 3. Взаимосвязи мясо-молочного подкомплекса

Роль мясо-молочного подкомплекса также заключается в обеспечении продуктами высокого качества и формировании устойчивой сельскохозяйственной базы. Кроме того, мясо-молочное животноводство позволяет трудоустроить в разы больше людей, чем в растениеводстве.

Взаимосвязи мясо-молочного подкомплекса представлены следующим образом (рис. 3).

Взаимосвязи мясо-молочного подкомплекса включают взаимодействие различных звеньев, таких как производство сырья, переработка, оказание услуг и реализация продукции. При оценке эффективности межотраслевых взаимодействий в молочнопродуктовом подкомплексе необходимо учитывать эффективность работы каждого хозяйствующего субъекта, с учетом присущих им особенностей, многообразия факторов оказывающих влияние на их функционирование, а также сложившихся экономических отношений между ними. Применение рассмотренных показателей позволит всесторонне исследовать эффективность межотраслевых взаимодействий субъектов молочнопродуктового подкомплекса [6].

При взаимодействии хозяйствующих субъектов мясо-молочного подкомплекса на основе взаимовыгодного сотрудничества повышается экономическая эффективность каждого из них.

Развитие аграрного сектора экономики в условиях международной напряженности и наращивания санкционного давления требует разработки и реализации действенных мер по повышению устойчивости АПК страны к негативным рискам и угрозам. Данная задача обуславливает необходимость обеспечения физической и экономической доступности продуктов питания отечественного производства и достижения за счет этого принципов Доктрины продовольственной безопасности. Среди многообразия продовольственных товаров и отраслей сельского хозяйства особое значение занимает мясо-молочный подкомплекс АПК, обеспечивающий рабочими местами значительную часть сельского населения и формирующий производственные цепочки по производству, переработки и реализации на внутреннем рынке наиболее социально важной молочной и мясной продукцией [9, 11].

**Технологическая цепь в мясо-молочном подкомплексе**

- Племенные хозяйства и производство кормов
- Производство сырья (специализированные молочные и откормочные предприятия)
- Переработка (молочные комбинаты, мясокомбинаты)
- Реализация готовой продукции (торговля)

Рис. 4. Технологическая цепь в мясо-молочном подкомплексе

В последние годы наблюдается рост показателей спроса на мясо-молочную продукцию, ввиду чего емкость этого рынка будет постоянно увеличиваться. В результате возросшей конкуренции между производителями отдельных видов мяса производители оказались в сложном экономическом положении. Решение возникших проблем функционирования рынка мясной продукции скотоводства осложняется из-за несоответствия цен на мясную продукцию скотоводства и материальные затраты на ее производство, а также нарушения экономических хозяйствующими субъектами рынка, падения платежеспособности населения и других ошибок стратегического характера.

Что касается рынка молочной продукции, то и здесь имеется немало системных проблем, ограничивающих ее развитие и снижающих инвестиционную привлекательность. В первую очередь, это значительный объем фальсифицированной молочной продукции с использованием растительных жиров, низкий уровень потребления молока и молочной продукции населением [2, 6].

Деятельность субъектов мясо-молочного подкомплекса АПК направлена на удовлетворение физиологических потребностей человека, реализуемая через спрос, посредством удовлетворения его мясом, молоком, молочными и мясными продуктами. В этот механизм входит несколько стадий, начиная с момента производства сырья и заканчивая розничной торговлей. Мясо-молочный подкомплекс АПК является открытой сложной системой. В составе этой системы существуют: животноводческие отрасли сельскохозяйственного производства мясо-молочной специализации, молокоперерабатывающая промышленность, мясоперерабатывающая промышленность, оптовые рынки мяса, молока, мясных и молокопродуктов, розничная торговая сеть по реализации мяса, молока, мясных и молокопродуктов, научно-исследовательские центры, система подготовки и переподготовки кадрового состава отрасли и другие составные элементы [10]. Авторами обосновывается необходимость расширения сети сельскохозяйственных потребительских кооперативов для развития мясо-молочного подкомплекса. На основе статистического анализа установлено, что для АПК Волгоградской области важнейшую роль играет потребительская кооперация, т. к. основной объем производства животноводческой продукции обеспечивается малыми формами хозяйствования.

Реализация мер поддержки сети сельскохозяйственных потребительских кооперативов в мясо-молочном полкомплексе АПК может стать не только катализатором импортозамещения на продовольственном рынке, но и платформой стратегического развития сельских территорий, обеспечи-

вающей решение материальных, демографических, инфроструктурных и политических задач [7].

Опыт большинства развитых стран показывает, что перспективным направлением совершенствования организации производства и сбыта выступает создание интеграционных объединений. Во многих зарубежных странах, в том числе и странах-соседях, уже существуют и успешно функционируют продовольственные интеграционные объединения.

Более глубокий уровень интеграции представляет собой создание агрохолдинга, объединяющего в одно юридическое лицо производителей сельскохозяйственной продукции, зерноперерабатывающее предприятие, а также молоко- и мясоперерабатывающих организаций, имеющих собственные торговые сети. Такая форма интеграции уже доказала свою эффективность в Республике Беларусь.

Создание агрохолдингов позволит использовать преимущества интеграции, такие как:

• аккумуляция используемых ресурсов (производственных фондов, инвестиционных средств, трудовых ресурсов);

• значительная централизация капитала, который в зависимости от конъюнктуры и политики холдинга может перетекать из одной дочерней компании к другой;

• повышение инвестиционной привлекательности для потенциальных инвесторов;

• объединение, оптимизация и специализация производств, возможность совместного использования научно-технических разработок и осуществления согласованной финансовой, инвестиционной и кредитной политики;

• возможность создания единой товаропроводящей сети [12].

Кластерная политика действительно является эффективной для повышения уровня конкурентоспособности отдельных регионов или стран в целом, поэтому формирование и развитие кластеров на предприятиях мясо-молочного подкомплекса АПК России является важным для повышения экономического авторитета страны и улучшения её экономики [8].

**Выводы**

Таким образом, взаимосвязи мясо-молочного подкомплекса включают взаимодействие различных звеньев, таких как производство сырья, переработка, оказание услуг и реализация продукции, реализация мер поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей в мясо-молочном полкомплексе позволит увеличить объемы мясо-молочной продукции, развитие мясо-молочного подкомплекса АПК России является важной и основной задачей для обеспечения экономической безопасности страны.

**Литература**


[1] Аничкина, О. А. Пути развития малых предприятий мясо-молочного подкомплекса АПК / О. А. Аничкина // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. – 2015. – № 33. – С. 216-220. – EDN TWLJIP.

[2] Глеба, О. В. Роль мясо-молочных кластеров в развитии сельских территорий / О. В. Глеба // Аграрное и земельное право. – 2018. – № 10(166). – С. 14-23. – EDN YVVTXN.

[3] Гончаров, В. Д. Проблемы импортозамещения в мясо-молочном подкомплексе России / В. Д. Гончаров, Н. А. Балакирев, М. В. Селина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2(38). – С. 111-117. – DOI 10.18286/1816-4501-2017-2-111-117. – EDN YZHPDZ.

[4] Зимняков, В.М. Развитие молочно-продуктового подкомплекса / В.М. Зимняков, А.П. Липявский // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации» / Пензенский государственный аграрный университет [и др.]; под


**References**


[1] Anichkina, O. A. Ways of developing small enterprises of the meat and dairy subcomplex of the agroindustrial complex / O. A. Anichkina // Modern trends in economics and management: a new view. 2015. No. 33. pp. 216-220. – EDN TWLJIP.

[2] Gleba, O. V. The role of meat and dairy clusters in rural development / O. V. Gleba // Agrarian and Land Law. – 2018. – No. 10(166). – pp. 14-23. – EDN YVVTXN.

[3] Goncharov, V. D. Problems of import substitution in the meat and dairy subcomplex of Russia / V. D. Goncharov, N. A. Balakirev, M. V. Selina // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2017. – № 2(38). – Pp. 111-117. – DOI 10.18286/1816-4501-2017-2-111-117. – EDN YZHPDZ.

[4] Zimnyakov, V.M. Development of the dairy and food subcomplex / V.M. Zimnyakov, A.P. Lipyavsky // Collection of articles of the International scientific and practical Conference «Regional problems of sustainable development of the agro-industrial complex in the context of digital transformation» / Penza State Agrarian University [et al.]; under scientific editorship. Kukhareva O.N., Nosova A.V., Galiullina A.A. – Penza: Penza State Agrarian University. Univ., 2024. pp. 531-534.

науч. ред. Кухарева О.Н., Носова А.В., Галиуллина А.А. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2024. –С. 531-534.

[5] Зимняков, А.В. Развитие мясопродуктового подкомплекса региона / А.В. Зимняков, Н.Г. Барышников // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Развитие мясопродуктового подкомплекса региона». Том I / Пензенский ГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2024. – С. 177-178.

[6] Пахомова, Т. В. Факторы повышения межотраслевой сбалансированности в молочнопродуктовом подкомплексе / Т. В. Пахомова, Л. А. Волощук, В. А. Шибайкин // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 1-1. – С. 134-140. – EDN YUXJAT.

[7] Попова, С. А. Современное состояние и перспективы развития сельскохозяйственной потребительской кооперации в мясо-молочном подкомплексе / С. А. Попова, Е. А. Колпакова // Социально-экономическое развитие сельских территорий: тренды кооперации: Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Новосибирск, 01 ноября 2022 года / Под редакцией Л.П. Наговициной. – Новосибирск: Сибирский университет потребительской кооперации, 2022. – С. 38-45. – EDN IBSLGT.

[8] Савина, Ю. И. Формирование кластерной политики на предприятиях мясо-молочного подкомплекса АПК / Ю. И. Савина, Н. М. Хомерики // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. – 2014. – № 17. – С. 151-155. – EDN SKFSET.

[9] Сидоренко, О. В. Эффективность производства продукции отрасли животноводства: оценка, факторы роста / О. В. Сидоренко, И. В. Ильина // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 2(77). – С. 127-134. – DOI 10.15217/issn2587-666X.2019.2.127. – EDN HNCTOA.

[10] Таныгина, Е.А. Формирование эффективной маркетинговой стратегии субъектов мясо-молочного подкомплекса регионального АПК // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5.;URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=7211 (дата обращения: 21.03.2025).

[11] Тихомиров, А. И. Эффективность реализации процессов импортозамещения в мясо-молочном подкомплексе аграрного сектора экономики / А. И. Тихомиров // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 2(83). – С. 138-146. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.2.138. – EDN KLEUPM.

[12] Чернавина, Н. А. Интеграционные процессы в мясо-молочном подкомплексе Витебской области / Н. А. Чернавина // Тезисы докладов 52-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, Витебск, 24 апреля 2019 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2019. – С. 71-72. – EDN BFHCEA.

[5] Zimnyakov, A.V. Development of the meat-producing subcomplex of the region / A.V. Zimnyakov, N.G. Baryshnikov // Collection of articles of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists «Development of the meat-producing subcomplex of the region». Volume I / Penza State Agrarian University. – Penza: RIO PGAU, 2024. – pp. 177-178.

[6] Pakhomova T. V., Voloshchuk L. A., Shibaikin V. A. Factors of increasing intersectoral balance in the dairy subcomplex // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2019. – No. 1-1. – pp. 134-140. – EDN YUXJAT.

[7] Popova, S. A. The current state and prospects of development of agricultural consumer cooperation in the meat and dairy subcomplex / S. A. Popova, E. A. Kolpakova // Socio-economic development of rural areas: trends in cooperation: Collection of materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference, Novosibirsk, November 01, 2022 / Edited by L.P. Nagovitsina. Novosibirsk: Siberian University of Consumer Cooperation, 2022, pp. 38-45. – EDN IBSLGT.

[8] Savina, Yu. I. Formation of cluster policy at enterprises of the meat and dairy subcomplex of the agro-industrial complex / Yu. I. Savina, N. M. Khomeriki // Economics and Management in the 21st century: development trends. – 2014. – No. 17. – pp. 151-155. – EDN SKFSET.

[9] Sidorenko, O. V. Efficiency of livestock production: assessment, growth factors / O. V. Sidorenko, I. V. Ilyina // Bulletin of Agrarian Science. – 2019. – № 2(77). – Pp. 127-134. – DOI 10.15217/issn2587-666X.2019.2.127. – EDN HNCTOA.

[10] Tanygina, E.A. Formation of an effective marketing strategy for the subjects of the meat and dairy subcomplex of the regional agro-industrial complex // Modern problems of science and education. 2012. No. 5.;URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=7211 (date of access: 03/21/2025).

[11] Tikhomirov, A. I. The effectiveness of the implementation of import substitution processes in the meat and dairy subcomplex of the agricultural sector of the economy / A. I. Tikhomirov // Bulletin of Agrarian Science. – 2020. – № 2(83). – Pp. 138-146. – DOI 10.17238/issn2587-666X.2020.2.138. – EDN KLEUPM.

[12] Chernavina, N. A. Integration processes in the meat and dairy subcomplex of the Vitebsk region / N. A. Chernavina // Abstracts of the 52nd International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students, Vitebsk, April 24, 2019. Vitebsk: Vitebsk State Technological University, 2019. pp. 71-72. EDN BFHCEA.

| **Сведения об авторах** | **Information about the authors** |
|---|---|
| **Зимняков Алексей Владимирович**<br>аспирант<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»<br>440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30<br>**Тел.:**<br>**E-mail:** Nnm1509@mail.ru | **Zimnyakov Alexey Vladimirovich**<br>postgraduate student<br>Penza State Agrarian University<br>**Phone:**<br>**E-mail:** Nnm1509@mail.ru |
| **Липявский Андрей Павлович**<br>аспирант<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»<br>440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30<br>**Тел.:**<br>**E-mail:** lipyavski_2015@mail.ru | **Lipyavsky Andrey Pavlovich**<br>postgraduate student<br>Penza State Agrarian University<br>**Phone:**<br>**E-mail:** lipyavski_2015@mail.ru |
| **Зимняков Александр Михайлович**<br>кандидат химических наук<br>доцент кафедры «Химия и теория и методика обучения химии»<br>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»<br>440026, г.Пенза, ул.Лермонтова, 37<br>**Тел.:**<br>**E-mail:** zimn57@mail.ru | **Zimnyakov Aleksandr Mikhailovich**<br>PhD in Chemistry<br>associate professor at the department of «Chemistry, theory and methods in studing Chemistry»<br>Penza State University<br>**Phone:**<br>**E-mail:** zimn57@mail.ru |

# 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 посредине 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. Заголовок 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. Подрисуночная 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. Звездочкой 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.

   ***Сервис 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» выбирать 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 posledstvija razrushenija 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 ustroistv [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 12**

**№ 2**

**2025**

*Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.*

*Сдано в производство 10.05.2025. Формат 60X84/8*

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

*Усл. печ. л. 9,53. Тираж 50 экз.*