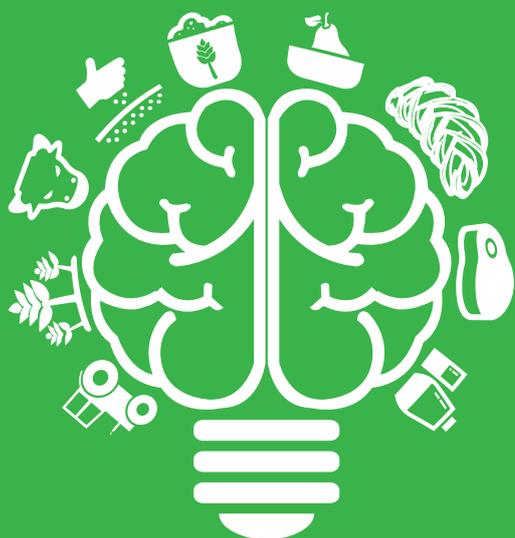


ISSN 2414-9845 (Online)  
ISSN 2410-0242 (Print)



**ИННОВАЦИОННАЯ  
ТЕХНИКА И  
ТЕХНОЛОГИЯ**

**INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY**

**№2 (15) 2018**

**Научно-теоретический и практический журнал**

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



**ИННОВАЦИОННАЯ  
ТЕХНИКА И  
ТЕХНОЛОГИЯ**

**INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY**

**№2 (15) 2018**

**Научно-теоретический и практический журнал**

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

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 2 (15) 2018

Научно-теоретический и практический журнал  
Издается с 2014 года

### Главный редактор

**Д. И. Фролов**, канд. техн. наук, доцент  
(Пензенский государственный технологический университет)

### Зам. главного редактора

**А. А. Курочкин**, д-р техн. наук, профессор  
(Пензенский государственный технологический университет)

### Редакционная коллегия:

**А. М. Зимняков**, канд. хим. наук, доцент  
(Пензенский государственный университет);

**В. М. Зимняков**, д-р экон. наук, профессор  
(Пензенская государственная сельскохозяйственная академия);

**В. В. Коновалов**, д-р техн. наук, профессор  
(Пензенский государственный технологический университет);

**А. И. Купреенко**, д-р техн. наук, профессор  
(Брянский государственный аграрный университет);

**В. И. Курдюмов**, д-р техн. наук, профессор  
(Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П. А. Столыпина);

**О. Н. Кухарев**, д-р техн. наук, профессор  
(Пензенская государственная сельскохозяйственная академия);

**В. А. Милюткин**, д-р техн. наук, профессор  
(Самарская государственная сельскохозяйственная академия);

**В. Ф. Некрашевич**, д-р техн. наук, профессор  
(Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева);

**С. В. Чекайкин**, канд. техн. наук, доцент  
(Пензенский государственный технологический университет);

**Г. В. Шабурова**, канд. техн. наук, доцент  
(Пензенский государственный технологический университет)

### Адрес редакции:

Фролов Дмитрий Иванович  
г. Пенза, ул. Антонова, д.26 к.209  
E-mail: [surr@itit58.ru](mailto:surr@itit58.ru), [surr@bk.ru](mailto:surr@bk.ru)  
*Издается 4 раза в год*

Журнал «Иновационная техника и технология» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ):  
<http://www.elibrary.ru>

Входит в международную информационную систему по сельскому хозяйству AGRIS.

© Фролов Д. И., 2018 © ООО НТК «Эврика!», 2018

## INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

No. 2 (15) 2018

Scientific theoretical and practical journal  
Issued since 2014

### Editor-in-Chief

**D. I. Frolov**, candidate of technical sciences,  
associate professor  
(Penza State Technological University)

### Deputy-chief editor

**A. A. Kurochkin**, doctor of technical sciences, professor  
(Penza State Technological University)

### Editorial board members:

**A. M. Zimnyakov**, cand. of chemical sciences, assoc. professor  
(Penza State University);

**V. M. Zimnyakov**, doctor of economic sciences, professor  
(Penza State Agricultural Academy);

**V. V. Konovalov**, doctor of technical sciences, professor  
(Penza State Technological University);

**A. I. Kupreenko**, doctor of technical sciences, professor  
(Bryansk State Agrarian University);

**V. I. Kurdyumov**, doctor of technical sciences, professor  
(Ulyanovsk State Agricultural Academy  
in honor of P.A. Stolypin);

**O. N. Kuharev**, doctor of technical sciences, professor  
(Penza State Agricultural Academy);

**V. A. Milutkin**, doctor of technical sciences, professor  
(Samara State Agricultural Academy);

**V. F. Nekrashevich**, doctor of technical sciences, professor  
(Ryazan State Agrotechnological University  
Named After P.A. Kostychev);

**S. V. Chekaykin**, cand. of technical sciences,  
associate professor  
(Penza State Technological University);

**G. V. Shaburova**, candidate of technical sciences,  
associate professor  
(Penza State Technological University)

### The editorial office address:

Dmitry Ivanovich Frolov  
Penza, st. Antonov 26-209  
E-mail: [surr@itit58.ru](mailto:surr@itit58.ru), [surr@bk.ru](mailto:surr@bk.ru)  
*Issued 4 times a year*

“Innovative machinery and technology” is included into the Russian Scientific Citation Index system:  
<http://www.elibrary.ru>

Included in the international information system for agriculture AGRIS.

© Frolov D. I., 2018 © ООО НТК «Эврика!», 2018

---

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

<b>Слоеные хлебобулочные изделия с экструдатом проса</b> <i>Гарькина П.К., Шабурова Г.В.</i> .....	<b>5</b>
<b>Экструдат гречихи в технологии булочных изделий</b> <i>Гарькина П.К., Шабурова Г.В.</i> .....	<b>11</b>
<b>Влияние добавок на текстуру композитных экструдатов</b> <i>Фролов Д.И.</i> .....	<b>15</b>

## ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<b>Возможность применения суспензии хлореллы как альтернатива антибиотикам в животноводстве</b> <i>Воштенкова Е.С., Фролов Д.И.</i> .....	<b>19</b>
<b>Технология вакуумно-импульсного экстрагирования растворимых веществ из крапивы и хмеля</b> <i>Гуськов А.А., Родионов Ю.В., Анохин С.А., Гливенкова О.А., Плотникова С.В.</i> .....	<b>23</b>
<b>Технология производства органических удобрений на основе экструзионной термовакuumной обработки птичьего помета</b> <i>Курочкин А.А., Потапов М.А.</i> .....	<b>28</b>
<b>Исследование динамической вязкости расплавленного пчелиного воска</b> <i>Лузгин Н.Е., Утолин В.В., Коченов В.В., Чекайкин С.В.</i> .....	<b>33</b>
<b>Исследование использования вакуума в процессе заморозки полуфабрикатов</b> <i>Пчелинцева О.Н., Бочкарева З.А.</i> .....	<b>38</b>

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<b>Технико-экономическое обоснование применения пельменного автомата на предприятиях питания</b> <i>Курочкин А.А., Зимняков В.М.</i> .....	<b>41</b>
---	-----------

## ИНФОРМАЦИЯ

<b>Сведения об авторах. Требования к оформлению статей</b> .....	<b>45</b>
--	-----------

---

# CONTENTS

## FOOD TECHNOLOGY

<b>Puff bakery products from a extrudate of millet</b> <i>Garkina P.K., Shaburova G.V.</i> .....	5
<b>Extrudate buckwheat in technology of baking products</b> <i>Garkina P.K., Shaburova G.V.</i> .....	11
<b>The effect of additives on the texture of composite extrudates</b> <i>Frolov D.I.</i> .....	15

## TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

<b>The possibility of application of a suspension of chlorella as an alternative to antibiotics in livestock</b> <i>Volshenkova E.S., Frolov D.I.</i> .....	19
<b>Technology vacuum-impulsive extraction of soluble substances from nettle and hops</b> <i>Guskov A.A., Rodionov Yu.V., Anokhin S.A., Glivenkova O.A., Nikitin D.V.</i> .....	23
<b>Production technology of organic fertilizer based on extrusion thermal processing of bird droppings</b> <i>Kurochkin A.A., Potapov M.A.</i> .....	28
<b>Research of dynamic viscosity of the molten beeswax</b> <i>Luzgin N.E., Utolin V.V., Kochenov V.V., Chekaykin S.V.</i> .....	33
<b>The study of the vacuum freezing process semi-finished products</b> <i>Pchelinceva O.N., Bochkareva Z.A.</i> .....	38

## ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

<b>Feasibility study of application dumpling machine in food industry</b> <i>Kurochkin A.A. Zimnyakov V.M.</i> .....	41
---	----

## INFORMATION

<b>Information about the authors. Requirements for the articles</b> .....	45
---	----

# ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.644.7

## СЛОЕННЫЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ С ЭКСТРУДАТОМ ПРОСА

*Гарькина П.К., Шабурова Г.В.*

Приведены результаты разработки технологии слоеных изделий с использованием экструдированного проса. Семена проса являются источником функциональных пищевых ингредиентов – полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), растительного белка, пищевых волокон, минеральных веществ. Указанные нутриенты способствуют снижению риска заболеваний и поддержанию здоровья. Обоснована и экспериментально доказана возможность использования экструдированного проса для производства слоеных изделий функционального назначения.

**Ключевые слова:** слоеные изделия, экструдат проса, органолептические показатели, физико-химические показатели.

### Введение

Мучные кондитерские изделия, обогащенные функциональными пищевыми ингредиентами (полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами, минеральными веществами и др.), могут рассматриваться как пищевые продукты функционального назначения [1].

Исследователями установлена целесообразность использования муки, полученной из зерна проса, при производстве заварных и сырцовых пряников. Наилучшие органолептические и физико-химические показатели качества полученных пряников достигнуты при внесении просяной муки в рецептуру в количестве 10% к массе муки [1]. Создание мучных кондитерских изделий на основе муки из зерна проса, по мнению ученых, способствует коррекции питания и снижению микронутриентного дефицита, улучшению здоровья потребителей и профилактике алиментарно-зависимых заболеваний [2].

Исследована возможность использования просяной муки в технологиях сахарного и затяжного печенья, а также в изготовлении вафельных листов с целью разработки изделий с пониженным содержанием глютена, так как белки проса не способны образовывать клейковину [3]. Авторы считают оптимальной дозировкой при изготовлении сахарного печенья замену пшеничной муки на 25% просяной муки. При производстве затяжного печенья – 10%, при производстве вафель добавка просяной муки до 20% способствует улучшению органолептических и физико-химических показателей.

Установлено, что замена части пшеничной муки на муку из проса при производстве кексов не приводит к негативному влиянию на текстуру, вкус и качество изделий по сравнению с изделиями из 100% пшеничной муки. При этом повышается пищевая и биологическая ценность изделий [4].

Оценена возможность использования муки проса и сорго для производства печенья и разработали технологии производства печенья с приемлемыми показателями качества, текстуры и пористости. Печенье из необработанной муки проса и сорго имело зерновой привкус и было излишне плотным. Использование зерна сорго и проса после увлажнения и последующей сушки способствовало получению печенья с показателями, аналогичными показателям изделий из муки мягкой пшеницы [5].

Ученые изучали возможность замены пшеничной муки на 25%, 50% и 75% на муку проса при производстве хлебобулочных изделий и бисквитных полуфабрикатов. Продукция, приготовленная с использованием 25% и 50% муки проса, характеризовалась практически аналогичными показателями качества, как и изделия из 100% пшеничной муки. Влажность готовых изделий с использованием муки проса варьировала на уровне 3,8–30,2% в зависимости от вида изделий, содержание белка – 11,2–17,2%, жира – 13,5–36%, золы – 0,4–0,78%, клетчатки – 1,1–1,8% и углеводов – 51,0–67,2% [6].

Исследована пищевая ценность бисквитного полуфабриката на основе муки проса. Бисквиты были приготовлены с использованием муки проса, обработанного гидротермическим способом, необработанного проса и пшеничной муки в соотношении 40:50:10, а также в соотношении 60:30:10. В качестве контрольного варианта были приготовлены бисквиты из 100% пшеничной муки. Сенсорный анализ показал, что оба контрольных образца удовлетворяли требованиям. Содержание сахара и минеральных веществ в опытных вариантах, а также структура бисквита были выше, чем в образце сравнения [7].

Таким образом, как следует из анализа литературы, просо может играть значительную роль в качестве добавки при создании новых мучных кондитерских изделий, предназначенных для здорового

питания. Однако, среди научных исследований по разработке технологий мучных кондитерских изделий недостаточно экспериментальных данных в области разработки рецептур мучных кондитерских изделий с использованием зерна проса, подвергнутого экструзионной обработке.

**Целью** работы является исследование возможности применения муки экструдированного проса при производстве слоеных белочек.

### Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись: мука экструдированного проса (МЭП); слоеные хлебобулочные изделия: булочка слоеная – контрольный и опытные образцы с добавлением МЭП.

При разработке рецептуры и производстве булочки слоеной функционального назначения применяли сырье: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ Р 52189), соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731).

Анализ качества сырья и готовых изделий производили по общепринятым и специальным методикам: органолептические показатели по ГОСТ 9511, влажность по ГОСТ 21094, кислотность по ГОСТ 5670, массовую долю сахарозы по ГОСТ 15113.6. Для определения состава высокомолекулярных жирных кислот (ВЖК) масло из МЭСТ выделяли по ГОСТ Р 51483. Получение метиловых эфиров жирных кислот проводили по ГОСТ Р 51486. Идентификацию и определение содержания триацилглицеридов выполняли методом газожидкостной хроматографии. Разделение метиловых эфиров проводили на хроматографе «Кристалл 5000.1».

Пищевую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным методом.

### Результаты и их обсуждение

Экструдированное просо характеризуется низкой влажностью, хорошей сыпучестью, имеет вкус и запах, характерный для зернового сырья. Содержание протеина в экструдате проса на 5,2% больше, чем в нативном зерне проса, и на 11,7% больше, чем в пшеничной муке высшего сорта. Просо характеризуется высоким содержанием клетчатки в сравнении с зерном пшеницы и пшеничной мукой.

Этот показатель практически не изменился при экструзионной обработке проса: массовая доля клетчатки в экструдате проса практически находится на уровне содержания клетчатки в нативном зерне проса (9,28% и 9,24, соответственно).

Просо содержит значительно больше жира, чем зерно пшеницы и пшеничная мука. Экструзионная обработка способствовала снижению содержания жиров в экструдате проса на 7,1% в сравнении с нативным зерном проса.

В таблице 1 приведены результаты анализа жир-

нокислотного состава пшеничной муки и экструдата проса.

Для экструдата проса характерно более высокое содержание эссенциальных жирных кислот, таких как линоленовая – 2,1%, линолевая – 63,846%, олеиновая – 21,856%.

Известны три семейства жиров:  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 и  $\omega$ -9. Жиры первых двух типов обладают самой сильной способностью образовывать эйкозаноиды. Жиры  $\omega$ -9 не настолько важны и не являются незаменимыми, однако они тоже полезны. Для поддержания здоровья необходимо поддерживать диетический баланс между двумя главными классами жирных кислот –  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6. В таком случае эйкозаноиды в организме также будут сбалансированы. Как следует из полученных результатов, экструдат проса содержит в три раза больше  $\omega$ -3 ( $\alpha$ -линоленовая кислота) и вдвое больше жирной кислоты  $\omega$ -6 (линолевая кислота).

В состав  $\omega$ -3 жиров входят три особых незаменимых жирных кислоты. Это  $\alpha$ -линоленовая кислота, эйкозопентаэновая кислота (ЭПК) и докозгексаэновая кислота (ДГК). Как следует из данных, приведенных в таблице 1, экструдат проса является перспективным источником  $\alpha$ -линоленовой кислоты.

Из класса  $\omega$ -6 происходят две другие незаменимые жирные кислоты – линолевая и  $\gamma$ -линоленовая, имеющая значение для профилактики диабета, артрита, кожных болезней и рассеянного склероза.

Следует отметить, что насыщенных жирных кислот в составе липидов экструдата проса значительно меньше, чем в нативном зерне проса и пшеничной муки высшего сорта. Как известно, избыток насыщенных жирных кислот в питании часто приводит к нарушению обмена жиров, повышению содержания холестерина в крови.

Следовательно, химический состав экструдата проса характеризует его как ценное биологически активное сырье, которое может быть использовано для обогащения пищевых продуктов, в т. ч. и булочных изделий, пищевыми волокнами и микро- и макро-нутриентами. Кроме того, результаты исследования химического состава экструдатов подтверждают присутствие в его составе простых сахаров.

Исследование показали, что замена части пшеничной муки на зерновой экструдат способствует значительному увеличению водопоглотительной способности модельной смеси. Этот показатель, в зависимости от соотношения муки и экструдата в модельной смеси, повышается на 7...44%. При этом, содержание сырой клейковины уменьшается у проса с 28,0% в контрольном образце до 24,5% в опытном. Следовательно, увеличение дозировки экструдата проса в модельной смеси более чем 20% нецелесообразно, так как будет способствовать ухудшению хлебопекарных свойств муки и теста из нее. Качество сырой клейковины, как свидетельствуют полученные данные, в опытных вариантах несколько укрепляется, что можно объяснить воздействием фермента липоксигеназы в присутствии кислорода воздуха на ненасыщенные жирные кислоты с образо-

Таблица 1 - Жирнокислотный состав пшеничной муки и экструдата проса

Жирная кислота		Число атомов углерода и непредельных связей	Содержание жирной кислоты, %		
Тривиальное название	Систематическое название		мука пшеничная высшего сорта	Экструдат проса	Нативное просо
<i>Насыщенные жирные кислоты (НЖК)</i>					
Миристиновая	тетрадекановая	C14:0	следы	0,094	0,292
Пентадециловая	пентадекановая	C15:0	следы	0,095	0,09
Пальмитиновая	гексадекановая	C16:0	16,883	7,447	9,649
Стеариновая	октадекановая	C18:0	1,3	2,061	1,754
Арахидиновая	эйкозановая	C20:0	следы	0,666	0,585
Бегеновая	докозановая	C22:0	–	0,355	–
Лигноцериновая	тетракозановая	C24:0	–	0,027	–
<i>Содержание НЖК, % к сумме кислот</i>			19,481	10,745	12,281
<i>Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК)</i>					
Олеиновая	октадецен-9-овая	C18:1	12,987	21,856	21,053
Пальмитоолеиновая	гексадецен-9-овая	C16:1	1,299	0,092	0,293
Гондоиновая	эйкозен-11-овая	C20:1	0,01	0,583	следы
Эйкозодиеновая	эйкозен-5-овая	C20:1	следы	0,127	следы
Нервоновая	Цис-15-тетракозеновая	C24:1	следы	0,264	следы
Эруковая	Цис-9-доказеновая	C22:1	следы	0,121	следы
<i>Содержание МНЖК, % к сумме кислот</i>			14,286	23,043	21,637
<i>Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК)</i>					
Линолевая	октадекадиен-9,12-овая	C18:2	62,338	63,846	65,205
Докозодиеновая	докозодиеновая	C22:2	следы	0,092	следы
γ-линоленовая	октадекатриен-6,9,12-овая	C18:3	следы	0,063	следы
α-линоленовая	октадекатриен-9,12,15-овая	C18:3	2,096	2,053	0,877
Докозатриеновая	докозатриеновая	C22:3	следы	0,055	следы
Арахидононовая	Цис-5,8,11,14-эйкозотетраеновая	C20:4	следы	0,108	следы
<i>Содержание ПНЖК, % к сумме кислот</i>			66,234	66,217	66,082

Таблица 2 – Влияние экструдата проса на органолептические показатели булочки слоеной

Соотношение пшеничной муки и МЭП	Форма	Поверхность	Цвет	Вкус и запах	Вид в изломе	Сумма баллов
100:0 (образец 1)	4,87	4,9	4,8	4,47	4,6	23,64
95:5 (образец 2)	4,9	4,87	4,8	4,47	4,65	23,69
90:10 (образец 3)	5	4,95	4,88	4,6	4,55	23,98
85:15 (образец 4)	4,6	4,5	4	4	4,6	21,7
80:20 (образец 5)	3,8	4	3	4	4,5	19,3

ванием пероксидов и гидропероксидов. В результате происходит укрепление клейковины муки.

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что внесение экструдата проса способствует снижению массовой доли, и повышению

качества клейковины мучной смеси. Особенно этот факт замечен при внесении 15% экструдата к массе пшеничной муки высшего сорта.

Таким образом, использование экструдата проса с учетом его органолептических и технологических

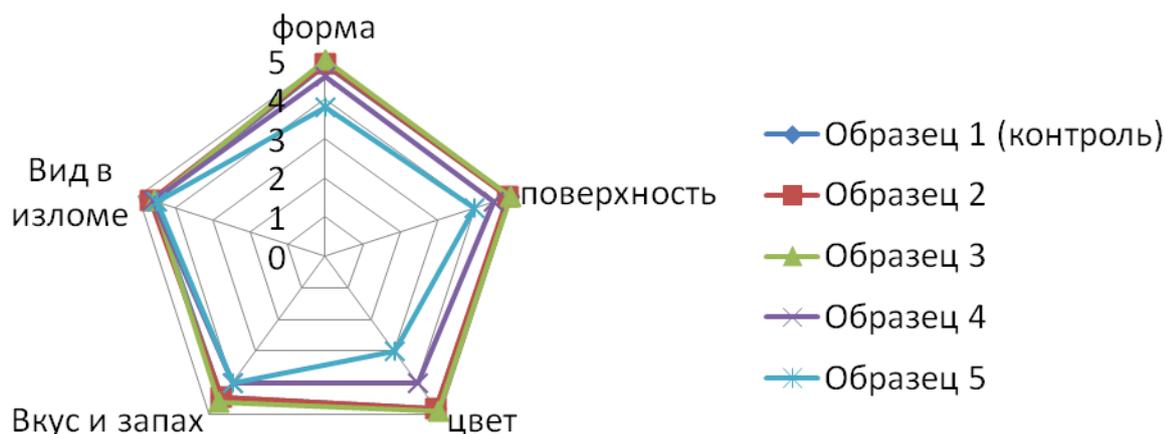


Рис.1. Балльная оценка органолептических показателей булочки слоеной

характеристик в максимальной степени удовлетворяет решению задачи полифункционального обогащения хлебобулочных изделий. Исходя из этого, экструдат проса был принят в дальнейших исследованиях в качестве компонента рецептурного состава булочных изделий.

Тесто для сдобных слоеных изделий готовили безопасным способом, замес осуществляли в тестомесильной ёмкости, в которую вместе со всеми рецептурными компонентами маргарин вносили в растопленном или пластифицированном виде. Продолжительность замеса теста составила 6 мин.

После замеса теста проводили его отлежку в течение 30 мин. Температура маргарина перед слоением составляла 8–10 °С. Перед слоением теста маргарин подвергали пластификации, а затем укладывали на тесто и заворачивали в виде конверта толщиной 25 мм и раскатывали. Раскатанное в пласт тесто складывали в четыре слоя и раскатывали до толщины 10 мм, затем тесто охлаждали в течение 30 мин в холодильной камере при температуре 6–8 °С.

В таблице 2 и на рис. 1 приведены результаты исследования показателей качества слоеного теста при внесении вместо части муки экструдата проса.

Как следует из полученных результатов, оптимальным является образец с внесением экстру-

дата проса в количестве 10% к массе пшеничной муки высшего сорта. Выпеченное тесто имело тот же внешний вид, вкус и запах, как традиционные изделия из слоеного теста, но консистенция была более рассыпчатая и нежная.

Результаты изучения качества готового изделия позволили установить, что при добавлении экструдата влажность и кислотность уменьшается, содержание минеральных веществ возрастает (табл. 3).

Таким образом, исследования позволяют сделать вывод, что введение в слоеное тесто муки экструдата проса в количестве 10% к массе муки способствует улучшению органолептических свойств изделий, обогащению их минеральными компонентами, а также обеспечивает улучшенные физико-химические показатели. При этом следует отметить, что в рецептуре можно уменьшить количество вносимого сахара в связи с повышенным содержанием свободных сахаров в экструдате проса.

Произведен расчет пищевой, биологической и энергетической ценности булочки слоеной с эктрудатом проса.

Установлено, что слоеные изделия, выработанные с внесением в рецептуру экструдата проса, отличались более высокой пищевой ценностью, чем изделия, полученные на основе пшеничной муки

Таблица 3 – Показатели качества булочки слоеной из пшеничной муки высшего сорта

Соотношение пшеничной муки и МЭП	Влажность, %	Кислотность, град	Содержание сахара на СВ, %	Минеральные вещества, мг/100 г изделия		
				К	Са	Mg
100:0 (образец 1)	35	2,5	20	100	19,1	14,9
90:10 (образец 3)	34,5	2,1	21,6	102,7	20,2	16

Таблица 4 – Пищевая и энергетическая ценность булочки слоеной с эктрудатом проса (10 %)

Сырье или продукт	Вода	Белки, г/100 г	Жиры, г/100 г	Содержание моно-и дисахаридов в сырье (в пересчете на сахарозу), %	Содержание крахмала, %	Энергетическая ценность, ккал
Контрольный образец	35	12,9	14,1	32,7	68,7	586,9
Опытный образец	34	13,1	14,2	32,8	65,3	576

высшего сорта. Это обусловлено химическим составом экструдата проса, в результате чего повышается биологическую ценность белков и биологическую эффективность липидов слоеных изделий.

Следовательно, использование экструдата проса в качестве пищевой добавки в изделия из слоеного теста целесообразно из соображения повышения качества продуктов питания. Такие изделия с антиоксидантными свойствами рекомендуются для профилактики распространенных заболеваний.

Биологическая ценность продукта зависит от качества пищевых веществ продукта, а именно от пищевой и энергетической ценности.

Пищевая и энергетическая ценность продукта – основные характеристики пищевого продукта: количество содержащихся в нем пищевых веществ (белков, жиров и др.) и их соотношение. Количество энергии, высвобождаемой в организме человека из продуктов питания в процессе пищеварения. В таблице 4 приведены расчеты пищевой и энергетической ценности булочки слоеной (контрольный вариант) и булочки слоеной с экструдатом проса в количестве 10% к массе муки.

Полученные данные свидетельствуют о некоторых изменениях в показателях качества слоеной булочки с применением экструдата проса. Например, влажность теста уменьшилась на 1,1% в сравнении с контрольным образцом, снизилось содержание крахмала на 5%, что коррелирует с полученными данными о снижении этого ингредиента в экструдате проса в связи с гидролизом крахмала в про-

цессе экструзии. В результате произошло снижение энергетической ценности изделия, практически на 2 процента в сравнении с контрольным образцом, что, несомненно, является положительным фактором. При этом повысилось содержание белка в изделии на 2,6%, содержание жира на 0,8% и содержание свободных сахаров – на 0,3%.

Применение экструдата проса при производстве слоеной булочки способствовало снижению содержания натрия, что обуславливает улучшение обменных процессов. Содержание всех макроэлементов (калия, кальция, магния и фосфора), а также микроэлемента железа в опытном образце было выше, чем в контрольном, что еще раз доказывает возможность обогащения минеральными ингредиентами булочки слоеной.

Полученные данные послужили основой для разработки рецептуры и режима приготовления булочки слоеной с экструдатом проса.

### Выводы

Изучен химический состав экструдата проса. Установлена целесообразность применения экструдата проса в технологии слоеных хлебобулочных изделий. Высокое содержание пищевых волокон, широкий спектр минеральных веществ и витаминов, повышенное содержание моносахаридов, полиненасыщенных жирных кислот обуславливает возможность использования экструдата проса для разработки продуктов функционального назначения.

### Список литературы

- [1] Прокопец, А. С. Влияние просяной муки на качество пряничных изделий/А.С. Прокопец, В. В. Гончар// Теоретические и практические вопросы развития научной мысли в современном мире. Сб. статей Международной научно-практической конференции. 27–28 февраля 2013. Уфа: РИЦ БашГУ. 2013. С. 218–220.
- [2] Мартыненко, Я. Ф. Производство просяной муки/ Я. Ф. Мартыненко, А. С. Прокопец //Хлебобулочные продукты, 1993. № 10. С. 13–15.
- [3] Прокопец, А. С. Перспективы использования муки из проса в производстве мучных кондитерских изделий / А. С. Прокопец, И. Б. Красина// Техника и технология пищевых производств, 2009. № 4 (14). С. 35–38.
- [4] Rajiv, J. Effect of replacement of wheat flour with finger millet (*Eleusine corcana*) on the batter microscopy, rheology and quality characteristics of muffins / J. Rajiv, C. Soumya, D. Indrani, G. V. Rao//Journal of Texture Studies, 2011. № 42. P. 478–489.
- [5] Badi, S. M. Use of sorghum and pearl millet flours in cookies/ S. M. Badi, R. C. Hosney//Cereal Chemistry, 1976. № 53(5). P. 733–738.
- [6] Singh, S. Quality evaluation of pearl-millet based convience baked products/ S. Singh, M. Goyal// ISMN, 2006. № 47. P. 162–164.
- [7] Anu, Sehgal S. and Kawatra A. Use of pearl millet and green gram flours in biscuits and their sensory and nutritional quality/ Sehgal S. Anu, A. Kawatra//J. Food Sci. Technol., 2006. № 44(5). P. 536–538.

## PUFF BAKERY PRODUCTS FROM A EXTRUDATE OF MILLET

*Garkina P.K., Shaburova G.V.*

---

The results of the development of the technology of puff products using extruded millet are given. Millet seeds are a source of functional food ingredients – polyunsaturated fatty acids (PUFAs), vegetable protein, dietary fiber, and minerals. These nutrients help reduce the risk of disease and maintain health. The possibility of using extruded millet for the production of laminated functional products has been substantiated and experimentally proved.

**Keywords:** *puff products, millet extrudate, organoleptic indicators, physico-chemical indicators.*

---

### References

- [1] Prokopets, A. S. Vliyanie prosyanoi muki na kachestvo pryanychnykh izdelii/A.S. Prokopets, V.V. Gonchar// Teoreticheskie i prakticheskie voprosy razvitiya nauchnoi mysli v sovremennom mire. Sb. statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 27–28 fevralya 2013. Ufa: RITs BashGU. 2013. S. 218–220.
- [2] Martynenko, Ya.F. Proizvodstvo prosyanoi muki/ Ya.F. Martynenko, A. S. Prokopets //Khleboprodukty, 1993. № 10. S. 13–15.
- [3] Prokopets, A. S. Perspektivy ispol'zovaniya muki iz prosa v proizvodstve muchnykh konditerskikh izdelii / A. S. Prokopets, I. B. Krasina// Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv, 2009. № 4 (14). S. 35–38.
- [4] Rajiv, J. Effect of replacement of wheat flour with finger millet (*Eleusine corcana*) on the batter microscopy, rheology and quality characteristics of muffins / J. Rajiv, C. Soumya, D. Indrani, G. V. Rao//Journal of Texture Studies, 2011. № 42. P. 478–489.
- [5] Badi, S. M. Use of sorghum and pearl millet flours in cookies/ S. M. Badi, R. C. Hosene//Cereal Chemistry, 1976. № 53(5). P. 733–738.
- [6] Singh, S. Quality evaluation of pearl-millet based convience baked products/ S. Singh, M. Goyal// ISMN, 2006. № 47. P. 162–164.
- [7] Anu, Sehgal S. and Kawatra A. Use of pearl millet and green gram flours in biscuits and their sensory and nutritional quality/ Sehgal S. Anu, A. Kawatra//J. Food Sci. Technol., 2006. № 44(5). P. 536–538.

## ЭКСТРУДАТ ГРЕЧИХИ В ТЕХНОЛОГИИ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Гарькина П.К., Шабурова Г.В.

Обоснована возможность и целесообразность использования муки экструдированного зерна гречихи в технологии булочных изделий. Показано, что экструдированное зерно гречихи является источником функциональных пищевых ингредиентов. Изучено влияние муки экструдированного зерна гречихи на органолептические, физико-химические показатели и пищевую ценность булочных изделий. Установлено рациональное количество муки экструдированного зерна гречихи в рецептуре булочных изделий. Разработана рецептура булочных изделий с заменой части пшеничной муки высшего сорта на муку экструдированного зерна гречихи.

**Ключевые слова:** булочные изделия, мука экструдированного зерна гречихи, органолептические показатели, физико-химические показатели, пищевая ценность.

### Введение

Научно обоснованное применение нетрадиционных видов растительного сырья в рецептурах хлебобулочных изделий позволяет решить несколько производственных и социальных задач. Во-первых, специфические структурные компоненты применяемого сырья могут способствовать интенсификации технологических процессов производства продукции, во-вторых, производство продукции, обогащенной функциональными пищевыми ингредиентами, обуславливает возможность расширения ассортимента продуктов функционального назначения. Кроме того, несомненно, при этом повышается конкурентоспособность предприятия.

Для разработки рецептур хлебобулочных изделий функционального назначения в качестве натуральных растительных добавок применяют различные культуры: зерновые, бобовые, масличные, овощные, плодовые культуры, дикорастущие и культивируемые лекарственные, лекарственно-технические растения [1–5].

Среди злаковых и крупяных культур исследователи отмечают особенности химического состава зерна гречихи, близкого к химическому составу злаковых культур, и в то же время являющегося уникальным. Гречиха отличается оптимально сбалансированным аминокислотным составом, высоким содержанием белков, фракционный состав которых практически лишен проламинов, характеризуется низким содержанием глютелинов, и преобладанием глобулинов и альбуминов [6]. Гречиха богата минеральными веществами, пищевыми волокнами, витаминами В1, В2, РР и другими компонентами по сравнению с пшеничной мукой, что свидетельствует о свойствах гречневой муки как источнике функциональных пищевых ингредиентов. Гречиха превосходит все зерновые культуры по содержанию флавоноида рутин (витамина Р), обладающего противовоспалительным и бактерицидным действием, укрепляющим и повышающим эластичность стенок артерий, уменьшающим про-

ницаемость и ломкость капилляров, в значительной степени усиливающим действие аскорбиновой кислоты. Кроме того, применение продукта переработки гречихи при производстве хлебобулочных изделий способствует повышению их пищевой ценности, снижению энергетической ценности и гликемического индекса.

Химический состав гречневой муки предопределяет ее влияние на технологию производства хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и гречневой муки.

Известно, что функциональные свойства пищевых продуктов, в том числе хлебобулочных изделий, могут быть смоделированы путем применения растительных добавок, подвергнутых экструзионной обработке [7–11]. Анализ источников научной информации свидетельствует об отсутствии опубликованных результатов научных исследований по разработке технологий булочных изделий с применением экструдированного зерна гречихи.

**Целью** работы разработка рецептуры и технологии булочных изделий, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами мукой экструдата гречихи.

### Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись: мука экструдированного зерна гречихи (ЭГ); булочные изделия: булочки русские – контрольный и опытные образцы с добавлением ЭГ, полученного путем обработки целого зерна гречихи по специальной технологии.

При разработке рецептуры и производстве булочек русских функционального назначения применяли сырье: мука пшеничная первого сорта (ГОСТ Р 52189), соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731).

Анализ качества сырья и готовых изделий проводили по общепринятым и специальным методикам: органолептические показатели по ГОСТ 9511,

влажность по ГОСТ 21094, кислотность по ГОСТ 5670, массовую долю сахарозы по ГОСТ 15113.6. Для определения состава высокомолекулярных жирных кислот (ВЖК) масло из МЭСТ выделяли по ГОСТ Р 51483. Получение метиловых эфиров жирных кислот проводили по ГОСТ Р 51486. Идентификацию и определение содержания триацилглицеридов выполняли методом газожидкостной хроматографии. Разделение метиловых эфиров проводили на хроматографе «Кристалл 5000.1».

Пищевую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным методом.

### Результаты и их обсуждение

Критерии обоснования применения ЭГ в производстве булочных изделий приведены на рисунке 1.

Изучение влияния экструдата гречихи на органо-



Рис.1. Критерии обоснования применения экструдированного зерна гречихи в технологии булочных изделий

лептические показатели готовых изделий исследовали модельные смеси с заменой пшеничной муки первого сорта на ЭГ в количестве 5%, 7%, 8% и 10%. Контрольный образец был изготовлен по классической рецептуре булочек русских. В таблице 1 приведены результаты органолептической характеристики образцов булочек с ЭГ.

Анализ органолептических показателей свидетельствует о том, что замена пшеничной муки 1 сорта на 5% ЭГ не привела к изменению показателей готовых изделий. В результате внесения 7 и 8% ЭГ у готовых изделий изменился характер и цвет поверхности. Пористость, запах и вкус оставались на уровне контрольного образца. Внесение 10% ЭГ привело к заметному потемнению поверхности. Изменению состояния мякиша, появлению излишне насыщенного зернового привкуса и запаха.

В таблице 2 приведены результаты исследований физико-химических показателей булок русских с ЭГ.

Замена пшеничной муки 1 сорта на ЭГ в рецептуре русских булочек показала, что с увеличением дозировки ЭГ повышается кислотность, что, вероятно обусловлено химическим составом ЭГ. Влажность опытных образцов булочек с ЭГ повышалась незначительно при внесении 5% ЭГ. При увеличении дозировки ЭГ до 7, 8 и 10% влажность готовых изделий повысилась 1,5, 2,5 и 3,0%, соответственно.

Пористость с увеличением дозировки ЭГ повышалась на 2,8–6,9%. В связи с пустотами и отслоением верхней корочки булочек пористость у образца с внесением 10% ЭГ не определяли.

Удельный объем изделий повышался по мере увеличения внесения добавки ЭГ. Так, при внесении 5% ЭГ, удельный объем увеличился на 5,5%. Внесение 7% ЭГ привело к увеличению удельного объема на 11%. Добавка ЭГ в количестве 8% позволила повысить удельный объем на 19%. Внесение ЭГ в количе-

Таблица 1 – Органолептические показатели булок русских с ЭГ

Показатели качества	Массовая доля экструдата гречихи, %				
	0 (контроль)	5	7	8	10
Внешний вид					
форма	округлая	округлая	округлая	округлая	округлая
поверхность	с прямыми параллельными надрезами		со слабо заметными прямыми параллельными надрезами		шероховатая, бугристая, мучнистая поверхность
цвет	Светло-желтый		Сероватый с коричневым оттенком		Коричневый
Состояние мякиша					
пропеченность	пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный				
промес	Без комочков и следов непромеса				
пористость	развитая, без пустот и уплотнений				развитая, пустоты, отслоение
Запах	свойственный данному типу изделий				насыщенный запах гречихи
Вкус	свойственный данному типу изделий	свойственный данному типу изделий	с приятным привкусом	с приятным привкусом	насыщенный вкус гречихи

Таблица 2 – Физико-химические показатели готовых изделий

Показатели	Массовая доля экструдата гречихи, %				
	0 (контроль)	5	7	8	10
Кислотность, град	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8
Влажность, %	39	39,2	39,6	40	40,2
Пористость, %	73	73	75	78	–
Удельный объем изделий, см <sup>3</sup> / г	3,6	3,8	4	4,3	3,6
Массовая доля сахара, %	5,4	5,8	5,9	6	6,2
Формоустойчивость, Н:Д	0,47	0,5	0,51	0,53	0,49

стве 10% способствовало снижению удельного объема готовых изделий до уровня контрольного образца.

Отмечено увеличение массовой доли сахара в готовых изделиях, что, вероятно, можно объяснить повышением содержания простых сахаров в экструдированном зерне гречихи в результате экструзионной обработки. Это обстоятельство может позволить снизить в рецептуре количество вносимого сахара.

Установлено, что формоустойчивость готовой продукции опытных образцов при внесении 5, 7, 8% заметно повышалась. Внесение 10% ЭГ формоустойчивость понизилась, но оставалась на уровне, превышающем формоустойчивость контрольного образца.

На основании полученных результатов органолептической оценки булочек с внесением ЭГ и фи-

зико-химических показателей следует сделать вывод о целесообразности внесения 8% ЭГ в рецептуру булочных изделий.

### Выводы

Таким образом, рекомендуемая для тестоприготовления булочек русских из муки 1 сорта рациональная замена пшеничной муки на муку из экструдированного зерна гречихи составляет 8%.

В опытных образцах изделий по сравнению с контрольным образцом увеличивался удельный объем пористость, массовая доля сахара, формоустойчивость подовых изделий.

### Список литературы

- [1] Древин, В.Е. Нетрадиционное растительное сырье для производства хлебобулочных изделий функционального назначения/В.Е. Древин, Е.С. Таранова, Е.В. Калмыкова//Хлебопечение России. 2016. № 1. С. 20–21.
- [2] Сокол, Н.В. Зерновая культура тритикале – перспективы использования в технологии хлебопечения/ Н.В. Сокол. – Краснодар, 2009. – 132 с.
- [3] Сокол, Н.В. Использование продуктов переработки нетрадиционного растительного сырья в производстве обогащенных хлебобулочных изделий/ Н.В. Сокол, О.П. Храпко, Е.А. Серикова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 493–496.
- [4] Макарова, О.В. Повышение качества хлеба на зерновой основе/О.В. Макарова, Г.Ф. Пшенишнюк, А.С. Иванова//Зерновые продукты и комбикорма. 2015. Т. 1. № 4 (60). С. 38–44.
- [5] Оболенский, Н.В. Влияние пищевых ингредиентов из растительного сырья на качество зернового хлеба/Н.В. Оболенский, А.Ю. Веселова, А.О. Гусева//Вестник НГИЭИ. 2012. № 4 (11). С. 80–92.
- [6] Троценко, А.С. Проблемы и перспективы использования гречихи в пищевой биотехнологии/А.С. Троценко, Т.В. Танашкина, В.П. Корчагин, А.Г. Клыков// Вестник ТГЭУ. № 2. 2010. С. 104–116.
- [7] Курочкин, А.А. Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя/А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Е.В. Тюрина//Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: сб. материалов III Всероссийской научно-практ. конф. – Челябинск, том I. 2010. С. 46–48.
- [8] Шабурова, Г.В. Экструдированный овес как сырье для обогащения хлеба/ Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Н.Н. Шматкова// Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы: сб. статей VIII Международной научно-практической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний. 2014. С. 97–101.
- [9] Краус, С.В. Совершенствование технологии экструзионной переработки крахмалсодержащего

зернового сырья: автореф. дис. ... д ра техн. наук: 05.18.01/Краус Сергей Викторович.– М., 2004.– 54 с.

- [10] Крылова, В.Б. Научное обоснование и разработка технологии термопластической экструзии мясного и растительного сырья с целью расширения ассортимента мясопродуктов: автореф. ... д ра техн. наук: 05.18.04/Крылова Валентина Борисовна.– М., 2006.– 46 с.
- [11] Мартиросян, В.В. Научные и практические аспекты применения экструдатов зернового сырья в технологии профилактических пищевых продуктов: автореф. дис. ... д ра техн. наук: 05.18.01/Мартиросян Владимир Викторович.– М., 2013.– 52 с.

## EXTRUDATE BUCKWHEAT IN TECHNOLOGY OF BAKING PRODUCTS

*Garkina P.K., Shaburova G.V.*

---

The possibility and expediency of using the flour of extruded buckwheat grain in the technology of bakery products is grounded. It is shown that extruded buckwheat grain is a source of functional food ingredients. The effect of flour of extruded buckwheat grain on organoleptic, physico-chemical parameters and nutritional value of bakery products has been studied. Established a rational amount of flour extruded buckwheat grains in the recipe of bakery products. The formulation of bakery products was developed with the replacement of a part of high-grade wheat flour by the flour of extruded buckwheat grain.

**Keywords:** *bakery products, flour of extruded buckwheat, organoleptic indicators, physico-chemical indicators, nutritional value.*

---

### References

- [1] Drevin, V.E. Non-traditional vegetable raw materials for the production of bakery products functional purpose / V.E. Drevin, E. S. Taranova, E. V. Kalmykova // Bakery of Russia. 2016. No. 1. P. 20–21.
- [2] Sokol, N. V. Grain triticale – prospects for use in the technology of baking / N. V. Falcon.– Krasnodar, 2009.– 132 p.
- [3] Sokol, N. V. The use of non-traditional vegetable raw materials in the production of enriched bakery products / N. V. Sokol, O. P. Khrapko, E. A. Serikov // New and unconventional plants and prospects for their use. 2016. No. 12. P. 493–496.
- [4] Makarova, O. V. Improving the quality of grain-based bread / O. V. Makarova, G. F. Pshenishnyuk, A. S. Ivanova // Grain products and feed. 2015. Vol. 1. No. 4 (60). Pp. 38–44.
- [5] Obolensky, N. V. Influence of food ingredients from vegetable raw materials on the quality of grain bread / N. V. Obolensky, A. Yu. Veselova, A. O. Gusev // Bulletin NGIEI. 2012. № 4 (11). Pp. 80–92.
- [6] Trotsenko, A. S. Problems and prospects of the use of buckwheat in food biotechnology / A. C. Trotsenko, T. V. Tanashkina, V. P. Korchagin, A. G. Klykov // Herald TSUE. № 2. 2010. S. 104–116.
- [7] Kurochkin, A. A. Transformation of carbohydrate complex extruded barley / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina, E. V. Tyurina // Current status and prospects for the development of the food industry and public catering: Coll. Materials III All-Russian Scientific Practical. conf.– Chelyabinsk, volume I. 2010. p. 46–48.
- [8] Shaburova, G. V. Extruded oats as a raw material for enriching bread / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, N. N. Shmatkova // Food industry and agro-industrial complex: achievements, problems and prospects: Coll. articles of the VIII International Scientific and Practical Conference.– Penza: Volga House of Knowledge. 2014. pp. 97–101.
- [9] Kraus, S. V. Improving the technology of extrusion processing of starch-containing grain raw materials: author. dis. ... dr tech. Sciences: 05.18.01 / Kraus Sergey Viktorovich.– М., 2004.– 54 p.
- [10] Krylova, V. B. Scientific substantiation and development of technology for thermoplastic extrusion of meat and vegetable raw materials in order to expand the range of meat products: author. ... dr tech. Sciences: 05.18.04 / Krylova Valentina Borisovna.– М., 2006.– 46 p.
- [11] Martirosyan, V. V. Scientific and practical aspects of the use of extrudates of grain raw materials in the technology of preventive food: author. dis. ... dr tech. Sciences: 05.18.01 / Martirosyan Vladimir Viktorovich.– М., 2013.– 52 p.

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ТЕКСТУРУ КОМПОЗИТНЫХ ЭКСТРУДАТОВ

Фролов Д.И.

Технология производства сухих завтраков и их полуфабрикатов позволяет вырабатывать разнообразные пищевые продукты с заданной структурой и регулируемыми функциональными свойствами. Основой для добавления функциональных добавок служила композитная мука в соотношении (рисовая мука: нутовая мука: кукурузная мука – 60:30:10). Математическую обработку полученных данных проводили с применением методов математической статистики. Из регрессионного анализа было отмечено, что добавка порошка семян пажитника показала значительный положительный эффект на твердость экструдата, а добавка овсяной муки показала отрицательное влияние на твердость экструдата. Результат показал, что композитная смесь с добавкой от 2% до 3% порошка семян пажитника и от 6% до 8% овсяной муки может быть использована для разработки качественного экструдата с минимальной твердостью (текстурой).

**Ключевые слова:** пищевая экструзия, экструдат, композитная смесь, овес, пажитник.

### Введение

Метод экструзионной обработки крахмалосодержащего сырья – один из самых прогрессивных. Технология производства сухих завтраков и их полуфабрикатов позволяет вырабатывать разнообразные пищевые продукты с заданной структурой и регулируемыми функциональными свойствами, достичь высокой гигиены получения продуктов, полностью уничтожить патогенную микрофлору. Перспективность экструзии заключается в возможности использования широкого ассортимента сырья, применения смесей круп, муки, крахмала, различных добавок, что повышает питательную ценность готовых изделий [1].

Фенугрек, шамбала, пажитник – наиболее распространенные названия одной из древнейших культур. Семена фенугрека входят в состав и придают характерный запах одной из известнейшей пряной смеси «карри». Растение относится к семейству бобовых, подсемейству мотыльковых и известно ботаникам как Пажитник сенной – *Trigonella foenum-graecum*. Внешне похоже на клевер, высотой до 70 см; цветет мелкими желтыми цветами, плоды – стручки до 10 см – содержат 10–20 твердых плодов. Семена желто-коричневого цвета размером до 5 мм ромбической формы с горьковатым вкусом. Родиной пажитника считается Передняя и Малая Азия. Естественно произрастает в предгорьях Турции, Ирака, Ирана и далее на восток до Гималаев, встречается в Эфиопии. Культивируется в Индии, Пакистане, Сирии, Иране, Ираке, на юге Закавказья, в Монголии, Японии, в Южной Европе, Африке и Латинской Америке.

Порошок семян пажитника обладает доброкачественными белковыми и диетическими волокнами, обладает множеством физиологических преимуществ для здоровья, таких как гипохолестеринемические и гипогликемические эффекты.

Овес обладает многими полезными свойствами. Его применяют в качестве противовоспалительного

средства при воспалениях различных органов, в том числе и желудочно-кишечного тракта. В овсе содержится фермент, который улучшает усвоение углеводов. Овес – это богатые питательными веществами крупы, обладающие высокими концентрациями растворимой клетчатки и наполненными питательными веществами. Овес – это наиболее питательные злаки, обладающие отличным липидным профилем и высоким содержанием растворимого волокна.

Экструдирование приведённых ингредиентов (семена пажитника и овсяная мука) имеет преимущество, так как эти добавки при добавлении их в композитную смесь положительно влияют на ее итоговый состав. Таким образом, использование пажитника и овсяной муки в качестве функциональных ингредиентов в экструдированных пищевых продуктах для улучшения качества питания и обеспечения полезных эффектов для здоровья является актуальным.

Применение экструзионной технологии для производства богатого волокнами экструдированного продукта является сложной задачей из-за высокого содержания волокон, приводящего к более низкому расширению, более твердой, более высокой плотности и менее хрустящей текстуре.

**Целью** работы являлось исследование влияния порошка семян пажитника и овсяной муки текстуру экструдатов.

### Объекты и методы исследований

Сырьем для композитной смеси служили: рис, нут, кукуруза, порошок семян пажитника и овсяная мука. Муку просеивали через сито 60 меш (размер частиц 0,251 мм).

Композитная мука была использована в соотношении (рисовая мука: нутовая мука: кукурузная мука = 60:30:10). Содержание влаги в смеси доводилось до 17%.

Параметры двухшнекового экструдера: отноше-

Таблица 1 – Влияние порошка семян пажитника и овсяной муки на текстуру экструдатов при влажности 17%

№	Порошок семян пажитника (PSP)	Овсяная мука (ОМ)	Текстура (твердость) (Н)
1	2	6	20,37
2	4	6	25,18
3	2	12	22,02
4	4	12	25,8
5	1,58	9	19,16
6	4,41	9	25,45
7	3	4,75	25,35
8	3	13,2	23,54
9	3	9	26,01
10	3	9	27,35
11	3	9	25,92
12	3	9	26,23
13	3	9	26

ние длины шнека к диаметру 8:1; матрица диаметром 4 мм; время запуска в течение 30 минут; заданная температура 120 °С; скорость вращения шнека 240 об/мин. Затем образцы загружали в загрузочный бункер (скорость подачи доведена до 7 кг/ч). Экструдаты разрезали и охлаждали при комнатной температуре в течение 15 мин. Затем образцы упаковывали и хранили в эксикаторах.

Для определения текстуры (твердости) экструдата использовался анализатор текстуры (текстуrometer). Экструдаты длиной 40 мм сжимали зондом диаметром 75–75 мм со скоростью траверсы 5–3 мм/с. Сжатие генерирует кривую с силой на расстоянии (в ньютонах). Самое высокое первое пиковое значение было зафиксировано и это значение силы было принято в качестве измерения для текстуры.

Математическую обработку полученных данных проводили с применением методов математической статистики.

### Результаты и их обсуждение

При проектировании многокомпонентного продукта важной составной частью является исследование в модельной рецептурной среде структурно-механических параметров. Реологические свойства продукта характеризуют весь комплекс характеристик – качественные показатели, гидродинамические, включая сепарирование и тепловые процессы в технологии производства разрабатываемого продукта [2].

Если качественные показатели оцениваются энергетической, пищевой и биологической ценностью

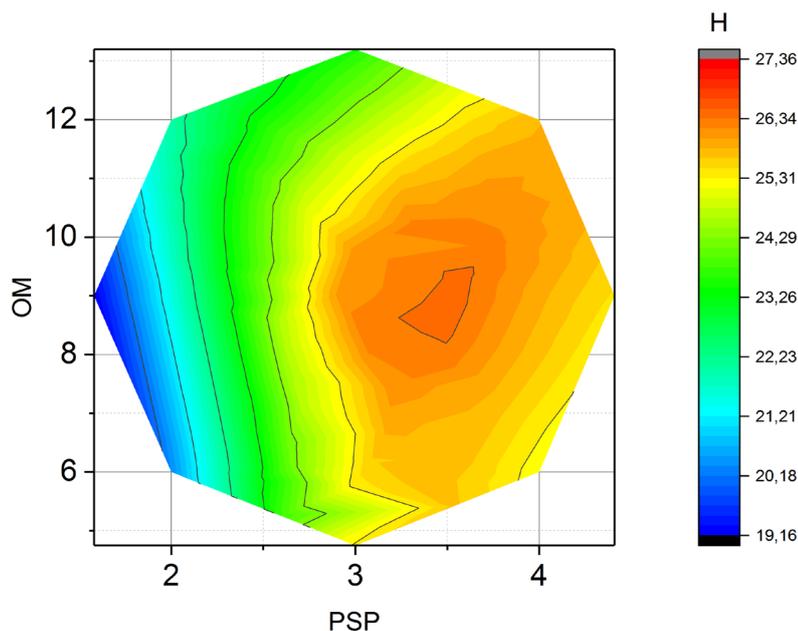


Рис. 1. График проекции поверхности отклика влияния твердости (Н) экструдата от добавки порошка семян пажитника (PSP) и овсяной муки (ОМ) к композитной смеси

продукта, то для оценки реологических параметров продукта используется ряд показателей. Одним из важных показателей, определяющих структуру, является текстура (твердость) экструдата [3–7].

Твердость экструдата определяли путем измерения силы, необходимой для разрушения экструдата. В текущем исследовании твердость экструдата изменялась от 19,16 до 27,35 Н (таблица 1).

Из регрессионного анализа было отмечено, что добавка порошка семян пажитника показала значительный положительный эффект на твердость экструдата, а добавка овсяной муки показала отрицательное влияние на твердость экструдата. Причина может заключаться в том, что более низкое расширение экструдатов может привести к увеличению твердости экструдата, поскольку высокое содержание белка и волокна в порошке семян пажитника приводит к снижению коэффициента бокового расширения. На рисунке 1 показана твердость экструдата в зависимости от содержания порошка семян пажитника и овсяной муки.

Предполагалось разработать продукт, который будет иметь минимальную объемную плотность,

максимальный коэффициент бокового расширения и минимальную твердость. Результат показал, что композитная смесь с добавкой от 2% до 3% порошка семян пажитника и от 6% до 8% овсяной муки может быть использована для разработки качественного экструдата с минимальной твердостью (текстурой).

### Выводы

Полученные результаты подтверждают, что на свойства полученного экструдата влияют добавки в различных пропорциях порошка семян пажитника и овсяной муки. Результат показал, что композитная смесь с добавкой от 2% до 3% порошка семян пажитника и от 6% до 8% овсяной муки может быть использована для разработки качественного экструдата с минимальной твердостью (текстурой). Причем различные уровни содержания порошка семян пажитника и овсяной муки могут быть использованы для разработки экструдированного продукта в зависимости от желаемых свойств конечного продукта.

### Список литературы

- [1] Корячкина С. Я., Дегтяренко Т. Н., Вертяков Ф. Н., Вострикова Р. М. Производство экструдированных крекеров повышенной пищевой и биологической ценности // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2003. №1. С. 25-26.
- [2] Витченко, А. С., Гаврилова, Н. Б. Исследование влияния компонентного состава на качественные и реологические показатели молочных каш для геродиетического питания // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 1 (28). С.8-12.
- [3] Курочкин А.А., Фролов Д.И., Воронина П.К. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4 (32). С. 172–177.
- [4] 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 (02). С. 29–34.
- [5] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 104–111.
- [6] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2579488 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова ; 2014146596/13 ; заявл. 19.11.2014 ; опубл. 10.4.2016, Бюл. №10. 8 с.
- [7] Курочкин А.А., Фролов Д.И. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 76–81.

## THE EFFECT OF ADDITIVES ON THE TEXTURE OF COMPOSITE EXTRUDATES

*Frolov D.I.*

The production technology of cereals and their semi-finished products allows us to produce a variety of food products with a given structure and adjustable functional properties. The basis for the addition of functional additives served as a composite flour in the ratio (rice flour: chickpea flour: corn flour – 60:30:10). Mathematical processing of the data was performed using the methods

of mathematical statistics. From regression analysis, it was noted that the addition of fenugreek seed powder showed a significant positive effect on the hardness of the extrudate, and the addition of oatmeal showed a negative effect on the hardness of the extrudate. The result showed that the composite mixture with the addition of 2% to 3% fenugreek seed powder and 6% to 8% oatmeal can be used to develop a high-quality extrudate with a minimum hardness (texture).

**Keywords:** *food extrusion, extrudate, composite mixture, oats, fenugreek.*

---

## References

- [1] Koryachkina S. Ya., Degtyarenko T. N., Vertyakov F. N., Vostrikova P. M. Proizvodstvo ekstrudirovannykh krekerov povyshennoi pishchevoi i biologicheskoi tsennosti // *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2003. No. 1. pp. 25–26.
- [2] Vitchenko, A. S., Gavrilova, N. B. Issledovanie vliyaniya komponentnogo sostava na kachestvennye i reologicheskie pokazateli molochnykh kash dlya gerodieticheskogo pitaniya // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2013. No. 1 (28). pp. 8–12.
- [3] Kurochkin A. A., Frolov D. I., Voronina P. K. Opredelenie osnovnykh parametrov vakuumnoi kamery modernizirovannogo ekstrudera // *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2015. No. 4 (32). pp. 172–177.
- [4] Teoreticheskoe opisanie protsessa vzryvnogo ispareniya vody v ekstrudere s vakuumnoi kameroy / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. No. 1 (02). pp. 29–34.
- [5] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym soderzhaniiem lipidov i pishchevykh volokon / A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, G. V. Shaburova, D. I. Frolov // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2016. No. 3 (42). pp. 104–111.
- [6] Sposob proizvodstva khlebobulochnykh izdelii: pat. 2579488 Rossiiskaya Federatsiya: MPK A 21 D8/02 / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov, N. N. Shmatkova; 2014146596/13; zayavl. 19.11.2014; opubl. 10.4.2016, Byul. № 10. 8 p.
- [7] Kurochkin A. A., Frolov D. I. Polikomponentnyi ekstrudat na osnove zerna pshenitsy i semyan rastoropshi pyatnistoi // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2015. No. 4. pp. 76–81.

# ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 636.085.639.64

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ КАК АЛЬТЕРНАТИВА АНТИБИОТИКАМ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Волиенкова Е.С., Фролов Д.И.

В работе представлено исследование действия хлореллы на сельскохозяйственных животных, которое предоставляет возможность заменить известные, используемые антибиотики на суспензию хлореллы.

**Ключевые слова:** суспензия хлореллы, антибиотики, иммуномодулятор, сельское хозяйство, культивирование, привес, продуктивность.

### Введение

В 50-е годы началось широкое практическое применение антибиотиков в качестве добавок в корм сельскохозяйственных животных. Антибиотики имеют широкий спектр антимикробного действия при сравнительно малой токсичности.

Медикаментозная защита животных имеет огромное значение, особенно это касается молодняка. В сельском хозяйстве антибиотики используют для лечения и профилактики заболеваний и стимуляции защитных сил животных, а так же непосредственно для стимуляции роста животных.

Но кто сможет ответить на вопрос – насколько это безопасно для потребителя, ведь использование антибиотиков приводит к резкому снижению качеств мясной продукции, в том числе и вкусовых?!

Для справки: «В 1971 году Великобритания запретила использование в качестве кормовых антибиотиков препараты, используемые при лечении человека.

В 1986 году Швейцария запретила стимуляторы роста в животноводстве.

В 2000 году ВОЗ провела исследования, подтвердив негативный эффект от применения антибиотиков в животноводстве и рекомендовала снизить использование препаратов, которые применяются для лечения людей, с целью стимуляции роста животных.

В 2006 году Евросоюзом было заявлено об отказе от кормовых антибиотиков в животноводстве (для лечения скота лекарства использовать можно).

В мае 2011 года Совет по защите национальных ресурсов, Центр науки в общественных интересах и Организация защиты прав потребителей опубликовали данные, доказывающие, что массовое использование антибиотиков в животноводстве напрямую связано с ростом количества смертельных заболеваний человека» [4].

Здоровые животные не дают гарантию безо-

пасности еды. Основная масса потребителей заблуждаются думая, что термическая обработка мяса и молока уничтожает следы лекарств. Например, антибиотик тетрациклин из тушки бройлера после 30 минут варки полностью не вываривается, а после 60 минут варки полностью переходит в бульон. Это же касается молока и яиц.

Регулярно получая остаточные вещества антибиотиков в мясе или молоке, мы убиваем свою собственную полезную микрофлору, тем самым снижаем устойчивость своего организма к инфекциям.

Как показывает практика, многие фермеры используют антибиотики, боясь инфекции, хотя их свиньи и КРС могут быть абсолютно здоровы. Антибиотики для них как допинг, без которого обойтись сложно, или даже невозможно, т.к. благодаря им можно вырастить животных в кратчайшие сроки, а это прямая выгода. Пока сельские хозяйства будут закупать антибиотики, и добавлять их пищу и воду животным, по всей стране людям будут выписывать рецепты на лекарства.

Однако существует альтернатива кормовым антибиотикам, ей может служить – суспензия хлореллы.

**Цель работы:** изучение и применение хлореллы как замены антибиотикам в животноводстве.

### Объекты и методы исследований

Суспензия хлореллы культивируется из штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. *Chlorella vulgaris* – это автотрофная протококковая зеленая водоросль, представленная одиночными клетками, которые свободно и равномерно распределены в культуральной среде. Молодые клетки диаметром не более 1,5...2,0 мкм имеют слабо эллипсоидную форму, взрослые клетки достигшие размера 6...9 мкм имеют более шаровидную форму (рис. 1). Хлоропласт зеленого цвета, не замкнутый, широким поясом заполняет клетку на 90%. При делении

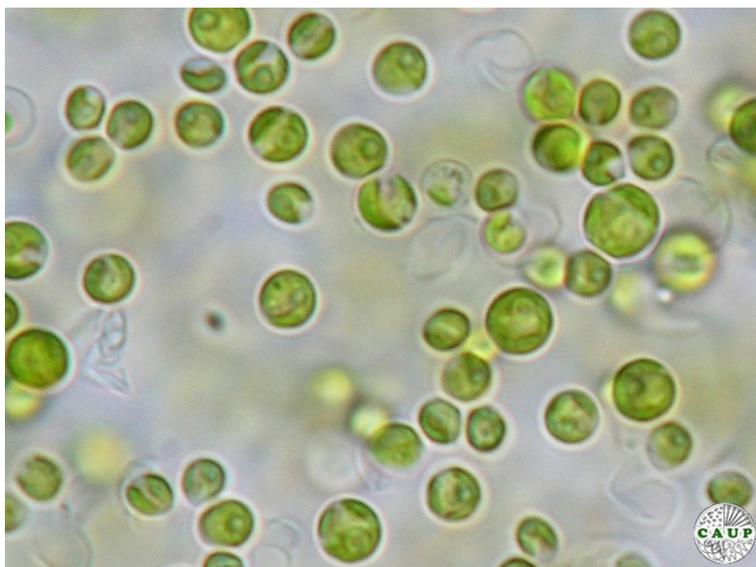


Рис. 1. Клетки хлореллы под микроскопом

клетки имеют 2...8, реже 16 автоспор, агглютинация отсутствует.

В лабораторных условиях растет преимущественно на среде Тамия, но одинаково хорошо воспроизводится на другой богатой макро и микро элементами питательной среде.

Оптимальным освещением является солнечный свет, но для культивирования так же подходят лампы типа ДРЛФ или ДРИ, время освещения от 12 до 18 часов, при толщине слоя суспензии не более 20 см. Необходимо поддержание температуры от 28 до 30 °С, не нуждается в постоянной подачи баллонного углекислого газа. Плотность клеток достигает 36,6 млн./мл. Хлорелла способна длительно находится в состоянии анабиоза.

Для культивирования суспензии хлореллы используется модульная установка типа КХ-60 (производительность 60...80 л/сут.), отличается простотой конструкции и эксплуатации, бесперебойностью работы. С экономической точки зрения

так же есть преимущества – это низкая стоимость установки, которая окупается за 1...2 месяца.

Штамм имеет хорошо выраженные антагонистические свойства к прочей альгофлоре (гибель наступает через 4...8 часов), бактериям и инфузориям (гибель наступает через 6...10 часов), обладает невосприимчивостью к фагам, препятствует развитию прочих микроорганизмов.

«За 30-ти летний период культивирования не зарегистрировано случая поражения культуры вирусами, или риккетсиями» [1].

Химический состав хлореллы: белки – 40...55%; жиры – 5...10%; углеводы – 35%; минеральные вещества – 10%. В белке хлореллы более 40 аминокислот, в том числе незаменимые.

По содержанию витаминов хлорелла превосходит все растительные корма и культуры сельскохозяйственного производства. В 1 г массы сухого вещества водоросли содержится: каротина (провитамина А) 1000...1600 мкг; витамины В1–2...18 мг, В2–21...28 мг, В6–9 мг, С – 1300...1500 мг, К – 6 мг,

Таблица 1 – Нормы и сроки выпойки суспензии хлореллы

Животные	Норма суспензии на 1 голову в день, мл	Количество дней
Крупный рогатый скот		
Коровы	1000	12
Бычки на откорме	500...800	30
Телята:		
- в период откорма материнским молоком;	200...300	30
- после перехода на грубые корма	300...500	30
Свиньи		
Свиноматки	1000	10
Боровки на откорме	500	30
Поросята:		
- в период откорма материнским молоком;	100...200	21
- после перехода на грубые корма	200...300	21

Таблица 2 – Надой и жирность молока

Группа коров	Надой от одной коровы, кг/сут	Жирность молока, %	
		в начале опыта	в конце опыта
Опытная	23,88	3,12	3,3
Контрольная	21,39	3,12	3,12

РР – 110...180 мг, Е – 10...350 мг, D – 1000 мг и В12 – 0,0025...0,1 мкг, пантотеновой кислоты – 12...17 мкг, фолиевой кислоты – 485 мкг, биотина – 0,1 мкг, лейковорина – 22 мкг, кальций, фосфор, магний, калий, медь, железо, сера, цинк, кобальт, марганец, цирконий, рубидий, йод. Хлорелла богата клетчаткой, содержит много хлорофилла и полиненасыщенные кислоты (арахидоновая, линолевая).

### Результаты и их обсуждение

Суспензия хлореллы доступно и просто культивируется прямо в сельскохозяйственных комплексах в количестве, которое необходимо для выпойки животным, тем самым имеет низкую себестоимость. Воспроизводится круглый год, не теряя продуктивности в зависимости от сезона года. В технологический процесс кормления животных включается путем подачи суспензии в систему поения или через альголизированный комбикорм. Животными используется охотно.

Суспензия хлореллы обладает высочайшей био активностью, благоприятные последствия после ее применения очень продолжительны, при этом нет необходимости применять хлореллу в течение длительного времени.

Нормы и сроки применения хлореллы для животных приведены в табл. 1.

Лечебно-профилактическое действие хлореллы выше по сравнению с пробиотиками, что очень эффективно при болезнях, вызванных микотоксинами. Хлорелла не имеет противопоказаний и ограничений, используется для животных всех видов и возрастных групп. Проявляет себя как иммуномодулятор для формирования защитных сил организма, тем самым позволяет отказаться от антибиотиков, как лечебных средств, так и кормовых антибиотиков и исключить их поступление в продукцию переработки сельскохозяйственных животных.

Суспензия хлореллы способна сократить падеж молодняка в 3...4 раза от заболеваний таких как туберкулез, авитаминоз и пневмония, повысить усвояемость кормов и снизить их расход до 22%, а так же сократить сроки откорма животных, в зимний период восполнить недостаток зеленых кормов.

### Список литературы

- [1] Богданов Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных / Н.И. Богданов. Пенза, 2-е изд. перераб. и доп., 2007. 48 с.
- [2] Богданов Н.И. Хлорелла – новый уровень повышения резервных возможностей животноводства// Агробизнес и пищевая промышленность, 2004. № 2(44). С. 7–9.

Исследования проводились в Пензенской области. Эксперимент направлен на определение влияния суспензии хлореллы на прирост живой массы телят. Группы формировали из телят чёрно-пёстрой породы в возрасте 5 месяцев по 20 голов в каждой. Телятам выпаивали по 300 г суспензии хлореллы ежедневно в течение 30 дней. Дополнительный привес телят в опытной группе составил 42%.

Влияние суспензии хлореллы на молочную продуктивность и жирность молока проверяли на коровах чёрно-пёстрой породы. Для оценки молочной продуктивности и жирности молока сформировали 2 группы по 5 голов в каждой. Коровам опытной группы в течение 50 дней выпаивали суспензию хлореллы в количестве 1000 г на голову, результаты приведены в табл. 2.

Влияние суспензии хлореллы на привес и сохранность поросят изучалось в свинокомплексе в Воронежской области. Группы сформированы из поросят в возрасте 1 месяц по 133 головы в контрольной и 176 – в опытной. Средняя масса животных составляла по 11,76 кг. Суспензию хлореллы выпаивали по 300 г на голову в течение 21 дня. Конечный вес поросят контрольной группы 15,71 кг, опытной – 16,99 кг, что составляет 32,4% по отношению к контролю. Сохранность поросят опытной группы 97,2%, контрольной 85,0%.

### Выводы

Итогами использования хлореллы в животноводстве являются:

- увеличение привеса молодняка: телят на 25...42%; поросят на 20...30%;
- увеличение продуктивности животных: КРС (мясная) на 20...40%, надой до 25%; свиньи на 30...40%, приплода 10%.

И в заключении – экологически чистую и качественную продукцию животноводства можно получить только на основе экологически чистых и качественных кормов, а антибиотики оставить только там, где их применение оправдано крайней необходимостью.

- [3] Куницын М. Концентрат хлореллы – мощный экономический и качественный потенциал животноводства // Аграрное обозрение. 2013. № 6. С. 24–26.
- [4] Симджи Ш., Дул Р., Козлов Р.С. Рациональное применение антибиотиков в животноводстве и ветеринарии. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2016; 18(3):186–190.

## THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF A SUSPENSION OF CHLORELLA AS AN ALTERNATIVE TO ANTIBIOTICS IN LIVESTOCK

*Volshenkova E.S., Frolov D.I.*

---

The paper presents a study of the effect of Chlorella on farm animals, which provides an opportunity to replace the known antibiotics used on the suspension of Chlorella.

**Keywords:** *chlorella suspension, antibiotics, immunomodulator, agriculture, cultivation, weight gain, productivity.*

---

### References

- [1] Bogdanov N.I. Suspenziya khlorelly v ratsione sel'skokhozyaistvennykh zhitovnykh / N.I. Bogdanov. Penza, 2-e izd. pererab. i dop., 2007. 48 p.
- [2] Bogdanov N.I. Khlorella – novyi uroven' povysheniya rezervnykh vozmozhnostei zhitovnovodstva// Agrobiznes i pishchevaya promyshlennost', 2004. No. 2(44). pp. 7–9.
- [3] Kunitsyn M. Kotsentrat khlorelly – moshchnyi ekonomicheskii i kachestvennyi potentsial zhitovnovodstva // Aгрarное обозрение. 2013. No. 6. pp. 24–26.
- [4] Simdzhi Sh., Dul R., Kozlov R. S. Ratsional'noe primeneniye antibiotikov v zhitovnovodstve i veterinarii. Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya. 2016; 18(3):186–190.

УДК 62.9:536.242:664.87

## ТЕХНОЛОГИЯ ВАКУУМНО-ИМПУЛЬСНОГО ЭКСТРАГИРОВАНИЯ РАСТВОРИМЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КРАПИВЫ И ХМЕЛЯ

*Гуськов А.А., Родионов Ю.В., Анохин С.А., Гливенкова О.А., Плотникова С.В.*

Проведены результаты исследования влияния вакуумно-импульсного метода на кинетику экстрагирования водорастворимых сухих веществ из крапивы двудомной и хмеля обыкновенного. Определено влияние температуры, вакуума и предварительных импульсов на интенсивность процесса экстрагирования. Вакуумно-импульсный метод по сравнению с обычным настаиванием и подогревом экстракта позволяет интенсифицировать процесс экстрагирования хмеля в 1,7 раза, крапивы – в 2 раза, сохраняя максимально возможное количество полезных и биологически активных веществ и витаминов.

**Ключевые слова:** экстрагирование, крапива двудомная, хмель обыкновенный, теплообменные процессы, вакуумные технологии.

### Введение

На сегодняшний день всё больше появляется потребность в новых технологиях по переработке растительных материалов. Более востребованными становятся натуральные биологически чистые продукты, обладающие большим спектром витаминов и полезных веществ в таких сферах как производство пищевых и биологически активных добавок, лекарственных препаратов, косметики, в сельском хозяйстве и т.д. [1–3].

Большим спектром таких функций обладает крапива двудомная, в листьях которой присутствуют различные витамины (В2 и В6, С, К), каротин, дубильные вещества, хлорофилл, кальций, железо, магний. В растении присутствует также белок. Благодаря этому, траву используют и в сельском хозяйстве. Отмечается существенное повышение яйценоскости кур и удоев коров, если в корм животным добавлена крапива двудомная. Лечебные свойства растения также широко известны. В частности, трава обладает противовоспалительным и кровоостанавливающим действием. Растение оказывает противозудный, иммуностропный и поливитаминный эффект. Крапива способствует ускорению регенерации (заживления), нормализации общего обмена веществ. Свойства травы используются при терапии бронхолегочных патологий. Растение обладает отхаркивающим, антисептическим и обезболивающим эффектом. Трава оказывает противосудорожное действие, а также способствует восстановлению обоняния [4, 5].

Полезными свойствами славится и хмель обыкновенный. Шишки хмеля содержат эфирные масла, различные смолы и горечи, валериановую кислоту, аминокислоты, витамины, флавоноиды и др. Водный настой шишек хмеля помогает при отсутствии аппетита, улучшает пищеварение, действует как успокаивающее средство при перевозбуждении нервной системы и бессоннице. Прекрасный тера-

певтический эффект наблюдается и при лечении заболеваний почек и мочеполовой системы, при гипертонии и атеросклерозе, водянке, желтухе, гастрите и болезнях печени. Витамины, гормоны, а также флавоноиды, входящие в состав этого растения, оказывают положительное воздействие при лечении язв, укрепляют стенки капиллярных сосудов, обуславливают бактерицидное, антиаллергическое и болеутоляющее действие [6–9].

Ареал произрастания у этих растительных материалов очень распространён, позволяя производить заготовку в больших объёмах и не требуя значительных финансовых затрат.

**Целью** работы являлось исследование технологии вакуумного экстрагирования растворимых веществ из крапивы двудомной и хмеля обыкновенного с применением предварительных импульсов.

### Объекты и методы исследований

В исследованиях использовали высушенные шишки (соплодия) хмеля обыкновенного (ГОСТ 21946–76) и измельчённые листья крапивы двудомной (ГОСТ 12529–67) (рис. 1).

Экстрагирование с гидромодулем 1:100 по объёму сырья проводили методами.

– Настаивание при температуре 20–22 °С.



Рис. 1. Высушенные шишки хмеля (слева) и листья крапивы двудомной (справа)



Рис. 2. Процесс проведения эксперимента с помощью магнитной мешалки

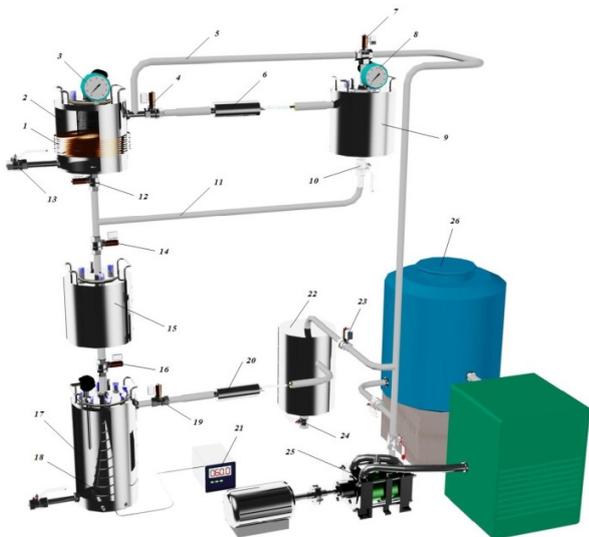


Рис. 3. Универсальная вакуумно-импульсная экстракционно-выпарная установка:

1 – нагреватель ленточный; 2 – экстрактор; 3, 8 – вакуумметр; 4, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 23, 24 – клапан; 5, 11 – паропровод; 6, 20 – дистиллятор; 9, 22 – ёмкость сбора дистиллята; 15 – ёмкость подачи раствора для упаривания; 17 – выпариватель; 18 – нагреватель конусообразный; 21 – ПИД-регулятор; 25 – ЖВН; 26 – конденсатор



Рис. 4. Кривая выхода сухих растворимых веществ хмеля в экстрагент

В стеклянную колбу помещали сырьё и заливали экстрагентом (дистиллированная вода).

– Подогрев и помешивание раствора при температуре 52–54 °С с помощью магнитной мешалки ММ6 (рис. 2). В стеклянную колбу помещали сырьё и заливали предварительно подогретым до температуры 52 °С экстрагентом (дистиллированная вода).

– Подогрев раствора в вакууме при температуре кипения 52–54 °С на разработанной универсальной экстракционно-выпарной вакуумной установке [10]. В экстрактор установки помещали сырьё, подвергали импульсному воздействию (длительностью 0,2–0,5 с) для обеспечения более интенсивного вымывания целевого продукта из клеток сырья и под вакуумом заливали предварительно подогретым до температуры 52 °С экстрагентом (дистиллированная вода). Вакуум поддерживали на уровне 15–17 кПа с соответствующей температурой кипения 54–56 °С.

С определённой периодичностью отбирали пробы экстракта для определения в нём содержания сухих растворимых веществ рефрактометрическим способом. Рефрактометрия проводилась на лабораторном рефрактометре ИРФ-454 Б2М, откалиброванном по стандартным растворам. Для получения более достоверных данных на каждом режиме проводили серию из трёх опытов. Результаты, значительно отличающиеся от средних, исключались.

Вакуумное экстрагирование проводили на экспериментальной установке, предназначенной для экстрагирования растительных материалов и упаривания (концентрирования) растворов (рис. 3). В экстрактор 2 загружали сырьё, подвергали импульсному воздействию (создание и сброс вакуума), заливали предварительно подогретым экстрагентом. Температура раствора поддерживалась постоянной на уровне 54–54 °С с помощью ленточного нагревателя 1. Образующийся дистиллят в процессе экстрагирования возвращался обратно в экстрактор. По завершении экстрагирования, полученный экстракт сливался в ёмкость 15. В дальнейшем имеется возможность вакуумного упаривания (концентрирования) экстракта. Для этих целей предусмотрена ёмкость – выпариватель 17 с кону-



Рис. 5. Кривая выхода сухих растворимых веществ крапивы в экстрагент

сообразным нагревателем. Вакуум в установке создавался с помощью разработанного двухступенчатого жидкостно-кольцевого вакуумного насоса 25 (ЖВН) [11].

### Результаты и их обсуждение

Полученные опытные данные по концентрациям сухих извлеченных веществ в экстракте по уравнению материального баланса пересчитывали в их концентрации в жидкой фазе.

На рис. 4 показано влияние режимов экстрагирования на кинетику извлечения экстрагируемых веществ из шишек хмеля обыкновенного первые 70 мин.

Анализ экспериментальных данных показывает, что процесс настаивания является самым длительным. Продолжительность полной экстракции при температуре 20–22°C составляет несколько суток. При нагреве экстрагента до температуры 52–54 °C с постоянным помешиванием видно, что процесс по сравнению с предыдущим протекает быстрее. За первые 10 мин показатель выхода сухих растворимых веществ (СВ) в экстрагент на 0,2% СВ больше. Полная экстракция при данном методе составила 50 мин. Экстрагирование под вакуумом с применением предварительных импульсов позволило сократить общее время до 30 мин. За первые 10 мин экстракции количество СВ составило 0,9%, что на 22% больше.

На рис. 5 показано влияние режимов экстрагирования на кинетику извлечения экстрагируемых веществ из крапивы двудомной в течение 120 мин.

Процесс настаивания крапивы по сравнению с другими методами экстрагирования также длится значительно дольше. При нагреве экстрагента до температуры 52–54°C с постоянным помешиванием в первые 10 мин выход сухих растворимых веществ в экстрагент достиг показателя 0,82%, при экстрагировании под вакуумом 0,84%. Полная вакуумная экстракция длилась 25 мин, что в 2 раза быстрее простого подогрева экстрагента.

Самый значительных показатель выхода сухих растворимых веществ в экспериментах с обоими видами растительного сырья наблюдается в первые

10 мин. Это объясняется тем, что в первые минуты происходит массоперенос в пористых частицах материала. Через некоторое время при истощении периферийных слоев частиц скорость экстрагирования существенно снижается. В этот момент времени СВ остаются либо в ядрах (центральных областях) частиц, либо на значительном расстоянии от транспортных пор. Дальнейшее увеличение выхода СВ происходит только за счет молекулярной диффузии.

Применение вакуума при проведении экстракции позволило интенсифицировать процесс по сравнению с другими рассматриваемыми в данной работе процессами. Вакуумное экстрагирование хмеля протекает на 20 мин быстрее по сравнению с процессом простого подогрева экстрагента и на несколько часов быстрее по сравнению с настаиванием. Вакуумное экстрагирование крапивы протекает на 25 мин быстрее по сравнению с процессом простого подогрева экстрагента и на несколько часов быстрее по сравнению с настаиванием.

Показатели выхода сухих растворимых веществ по времени хмеля обыкновенного и крапивы двудомной зависят также и от сочетания физико-химических свойств материала и диффузанта, концентрации, температуры, структуры материала и других факторов. На показатель выхода СВ также влияет выбор оптимального гидромодуля. При выборе гидромодуля с небольшой разницей (к примеру, 1:10, 1:5 и т.п.) существует вероятность достижения максимальной (равновесной) концентрации СВ в экстракте, не позволяющей дальнейшему выходу СВ.

### Выводы

Вакуумно-импульсный способ экстрагирования растительных материалов по сравнению с настаиванием и подогревом экстрагента интенсифицирует процесс, сохраняя при этом максимальное количество полезных и биологически активных веществ и витаминов за счёт низких температур кипения. Применение предварительных импульсов способствует быстрейшему протеканию массопереноса внутри частиц сырья.

## Список литературы

- [1] Новое технологическое оборудование для комплексной переработки пищевого сырья растительного происхождения / Л. А. Сиваченко, Н. В. Курочкин, М. А. Киркор, Р. А. Бондарев, Т. Л. Сиваченко // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Промышленность. Прикладные науки. 2014. № 11. С. 52–58.
- [2] Адекенев, С. М. Эффективные технологии для комплексной переработки растительного сырья / С. М. Адекенев // В сборнике: Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. материалы VII Всероссийской конференции с международным участием. 2017. С. 262–264.
- [3] Зимняков, В.М. К вопросу повышения уровня продовольственной безопасности России / В.М. Зимняков, А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. 2015. № 4 (5). С. 5–10.
- [4] Яцук, В. Я. Биологически активные вещества крапивы двудомной / В. Я. Яцук, Г. А. Чалый, О. В. Сошникова // Российский медико-биологический вестник им. академика И. П. Павлова. 2006. № 1. С. 25–29.
- [5] Zeipiņa, S. Stinging nettle – the source of biologically active compounds as sustainable daily diet supplement / S. Zeipiņa, I. Alsiņa, L. Lepse // Research for Rural Development 20th. 2014. P. 34–38.
- [6] Кароматов, И. Д. Пищевое и лечебное значение растения хмель обыкновенный / И. Д. Кароматов, Ш. Т. Атамурадова // Биология и интегративная медицина. 2018. № 1. С. 187–212.
- [7] Биологически активные вещества дикорастущего хмеля обыкновенного (*humulus lupulus* L.), произрастающего в республике Северная Осетия-Алания / А. В. Хмелевская, С. К. Черчесова, А. А. Компанцев, И. Т. Караева // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 2. С. 195–198.
- [8] Гусев, П. В. Влияние способа экстракции на состав и выход хмелевого экстракта / П. В. Гусев, В. Е. Струкова, В. Т. Христюк // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 4 (322). С. 15–17.
- [9] Иванова, Е. П. Разработка линии производства хмеле-тыквенной закваски / Е. П. Иванова // Инновационная техника и технология. 2015. № 3 (04). С. 17–22.
- [10] Универсальная экстрактно-выпарная установка растительного сырья / А. А. Гуськов, Ю. В. Родионов, В. П. Капустин, Д. В. Никитин, С. А. Анохин, В. В. Коновалов // Наука в центральной России. 2017. № 2 (26). С. 32–41.
- [11] Двухступенчатая жидкостно-кольцевая машина: пат. № 2551449 РФ, МПК F04C7/00, F04C19/00 / Гуськов А. А., Никитин Д. В., Платицин П. С., Родионов Ю. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамб. ГТУ». – № 2014127083/06; заявл. 02.07.2014; опубл. 27.05.2015, БИ № 15.

## TECHNOLOGY VACUUM-IMPULSIVE EXTRACTION OF SOLUBLE SUBSTANCES FROM NETTLE AND HOPS

*Guskov A.A., Rodionov Yu.V., Anokhin S.A., Glivenkova O.A., Nikitin D.V.*

The results of the investigation of the effect of the vacuum-pulse method on the kinetics of extraction of water-soluble dry substances from common nettle and hop are obtained. The effect of temperature, vacuum and preliminary pulses on the intensity of the extraction process is determined. The vacuum-pulse method in comparison with the usual infusion and heating of the extract makes it possible to intensify the hop extraction process by a factor of 1.7, nettle extraction process – by a factor of 2, preserving the maximum possible number of useful and biologically active substances and vitamins.

**Keywords:** *extraction, common nettle, common hop, heat and mass transfer processes, vacuum technologies.*

## References

- [1] Sivachenko L. A., Kurochkin N. V., Kirkor M. A., Bondarev R. A., Sivachenko T. L. Novoe tekhnologicheskoe oborudovanie dlya kompleksnoj pererabotki pishchevogo syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya [New technological equipment for complex processing of food raw materials of plant origin]. Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya V: Promyshlennost'. Prikladnye nauki, 2014, No 11. pp. 52–58.
- [2] Adekenov S.M. Effektivnye tekhnologii dlya kompleksnoj pererabotki rastitel'nogo syr'ya [Effective technologies for complex processing of vegetable raw materials]. V sbornike: Novye dostizheniya v himii i himicheskoi tekhnologii rastitel'nogo syr'ya. materialy VII Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 2017, pp. 262–264.

- [3] Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. K voprosu povysheniya urovnya prodovol'svennoj bezopasnosti Rossii [On the issue of increasing the level of food security in Russia]. *Innovacionnaya tekhnika i tekhnologiya*, 2015, No 4 (5), pp. 5–10.
- [4] Yacyuk V.YA., G.A. Chalyj, Soshnikova O.V. Biologicheski aktivnye veshchestva krapivy dvudomnoj [Biologically active substances of nettle dioecious]. *Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik im. akademika I.P. Pavlova*, 2006, No 1, pp. 25–29.
- [5] Zeip̄a S., Als̄a I., Lepse L. Stinging nettle – the source of biologically active compounds as sustainable daily diet supplement. *Research for Rural Development 20th*, 2014, pp. 34–38.
- [6] Karomatov I.D., Atamuradova Sh.T. Pishchevoe i lechebnoe znachenie rasteniya hmel' obyknovennyj [Food and medicinal value of the plant hops ordinary]. *Biologiya i integrativnaya medicina*, 2018, No 1, pp. 187–212.
- [7] Hmelevskaya A.V., CHERchesova S.K., Kompancev A.A., Karaeva I.T. Biologicheski aktivnye veshchestva dikorastushchego hmelya obyknovennogo (*humulus lupulus* L.), proizrastayushchego v respublike Severnaya Osetiya-Alaniya [Biologically active substances of wild hops ordinary (*humulus lupulus* L.), grown in the Republic of North Ossetia-Alania]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, T. 54, No 2. pp. 195–198.
- [8] Gusev P.V., Strukova P.V., Hristyuk V.T. Vliyanie sposoba ehkstrakcii na sostav i vyhod hmelevogo ehkstrakta [Effect of the extraction method on the composition and yield of hop extract]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya*, 2011, No 4 (322), pp. 15–17.
- [9] Ivanova E.P. Razrabotka linii proizvodstva hmele-tykvennoj zakvaski [Development of the production line of hops-pumpkin starter]. *Innovacionnaya tekhnika i tekhnologiya*, 2015, No 3 (04), pp. 17–22.
- [10] Guskov A.A., Rodionov Yu.V., Kapustin V.P., Nikitin D.V., Anohin S.A., Kononov V.V. Universal'naya ehkstraktno-vyparnaya ustanovka rastitel'nogo syr'ya [Universal extracto-evaporation plant plant materials]. *Nauka v central'noj Rossii*, 2017, No 2 (26), pp. 32–41.
- [11] Guskov A.A., Nikitin D.V., Platicin P.S., Rodionov Yu.V. Dvuhstupenchataya zhidkostno-kol'cevaya mashina [Two-stage liquid ring machine]. Patent RF № 2551449 RF, MPK F04C7/00, F04C19/00 /; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VPO «Tamb. GTU». – № 2014127083/06; zayavl. 02.07.2014; opubl. 27.05.2015, BI No15.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКСТРУЗИОННОЙ ТЕРМОВАКУУМНОЙ ОБРАБОТКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

Куручкин А.А., Потапов М.А.

Для современного птицеводства характерна не только высокая концентрация поголовья птицы в условиях, прежде всего, клеточного содержания, но и связанная с этим проблема переработки значительных объемов отходов производства. Жесткие экологические и экономические требования к накоплению, хранению и утилизации птичьего помета в нашей стране стимулируют ученых и производителей интенсифицировать исследовательские и внедренческие работы в этом направлении. Одним из инновационных подходов к решению указанной проблемы может быть внедрение термовакuumного принципа воздействия на птичий помет с целью получения из него высокоэффективного органического удобрения.

**Ключевые слова:** технология, помет, влажность, термовакuumная обработка, органическое удобрение.

### Введение

Одним из ключевых вопросов, связанных с возможностью вывода птицеводства России на новый технологический уровень развития, является принципиально новый подход к использованию внутренних ресурсов этой отрасли. Сущность такого подхода состоит в разработке и внедрении технологий, позволяющих включать в хозяйственный оборот в качестве сырьевых ресурсов отходы, образующиеся и накапливающиеся в птицеводческих хозяйствах в процессе получения основной продукции. В птицеводстве к таким отходам относятся помет, падеж птицы, пух, перо, а также непищевые отходы цехов переработки. При этом наибольший удельный вес среди перечисленных отходов занимает птичий помет.

Свежий птичий помет относится к опасным отходам (3 класс), хранение которых связано с весьма обременительными платежами хозяйствующих субъектов государству за негативное воздействие на окружающую среду.

В Российской Федерации класс опасности отходов определяется по их химическому и (или) компонентному составу и устанавливается на основании сведений, содержащихся в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО), а также банке данных об отходах (БДО), формируемых Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). На основании этих документов постановлением правительства Российской Федерации от 12 сентября 2016 года № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах (с изменениями на 29 июня 2018 года)» за размещение такого рода отходов с 1 января 2017 года с птицефабрик взимается 1327 руб. за 1 тонну свежего птичьего помета.

Несложный подсчет показывает, что плата за

помет, выделяемый одной взрослой курицей, составляет не менее 100 рублей в год. Таким образом, потери, которые несут птицефабрики в качестве платежей этой категории, убедительно свидетельствуют об актуальности исследований в области технологии переработки куриного помета. С учетом того, что в результате переработки помета может быть получен продукт с высокой добавленной стоимостью (органическое удобрение), это направление исследований актуально не только для ученых, но и имеет практическую значимость для производства [3, 5, 11].

**Целью** работы являлся анализ существующих способов переработки птичьего помета и обоснование рационального применения принципов термовакuumной экструзии для разработки новой технологии получения органического удобрения.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются технологические операции процесса переработки птичьего помета в органическое удобрение.

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

### Результаты и их обсуждение

Большинство ученых и специалистов, занимающихся вопросами переработки птичьего помета в органическое удобрение, считают, что технологическая обоснованность и экономическая целесообразность этого процесса определяются его составом и влажностью.

С учетом микроклимата помещения, в котором содержится птица, поступающий из птичников помет подразделяют: на помет от молодняка – период

Таблица 1 – Характеристика птичьего помета

Наименование показателя	Вид помета		
	птичий с подстилкой (ПП)	птичий от молодняка (ПМ)	птичий от взрослого поголовья ПВ
Консистенция (фазовое состояние), визуальный осмотр	сыпучее	вязко-сыпучее	вязкое
Массовая доля влаги, г/кг, не более	400	550	750
Массовая доля органического вещества, г/кг, не менее	450	350	180
Массовая доля золы, г/кг, не менее	150	100	70
pH <sub>КСЛ</sub>	6,8-8,0		
Азот общий, г/кг, не менее	25	15	20
Фосфор общий (в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), г/кг, не более	12	10	7
Калий общий (в пересчете на K <sub>2</sub> O), г/кг, не более	5	4	3

содержания птицы от 1 до 120 суток, и от взрослой птицы – от 120 суток до конца выращивания.

Действующий в настоящее время ГОСТ делит птичий помет на три группы и позволяет дать ему обобщенную характеристику с точки зрения сырья для производства органических удобрений (табл. 1) [1].

Как свидетельствуют данные, приведенные в таблице, наиболее предпочтительным сырьем для производства органического удобрения является птичий помет с подстилкой: в нем содержится наименьшее количества воды, а по содержанию азота, фосфора и калия, а также массовой доли органических веществ этот вид помета существенно превосходит помет двух других групп.

Следует особо отметить, что с точки зрения системного подхода к птичьему помету как сырью для производства органического удобрения, его рациональная обработка должна быть направлена на дезактивацию вредных ингредиентов и обеспечение сохранности полезных. Иными словами, технологические операции известных к настоящему времени способов переработки птичьего помета должны в процессе переработки помета обеспечивать стерилизацию (уничтожение способности к прорастанию) семян сорных растений, а также способствовать сохранению питательных веществ, входящие в его состав и перспективных в качестве ингредиентов получаемого органического удобрения.

Анализ современных технологических решений в части переработки птичьего помета выявил, что к применяемым в настоящее время на практике способам получения органических удобрений можно отнести следующие (рис. 1):

- аэробная твердофазная ферментация сырья;
- микробиологическая конверсия;
- термической сушки сырья при атмосферном давлении;
- вакуумная сушка.

Остальные способы, приведенные в классификации, нашли применение как вспомогательные

операции к базовым технологиям (механическое разделение на фракции и экструдирование) или недостаточно полно оснащены техническими средствами для их реализации (вермикомпостирование).

Первый из приведенных способов по существу своего технологического решения представляет собой компостирование помета. Он заключается в смешивании помета и других органических компонентов (торф, солома, древесные опилки, лигнин) в определенных соотношениях и хранение полученной массы в буртах, в результате которого происходит ее естественное созревание. Этот процесс, при применении обычного способа компостирования, от свежего помета до готового продукта (удобрения), занимает 10–16 месяцев. При применении метода ускоренной ферментации он сокращается до 3–4 недель [4].

Микробиологическая конверсия птичьего помета обычно подразумевает его смешивание с влагопоглощающим материалом с последующей аэробной ферментацией смеси в присутствии тех или иных штаммов микроорганизмов или микробиологических препаратов. Как правило, полученный таким способом продукт необходимо гранулировать с последующей дополнительной сушкой [11].

Термической сушка птичьего помета при атмосферном давлении может быть реализована в нескольких, и порой существенно различающихся вариантах: термическое высушивание помета в виде порошка с помощью различного вида сушилок и при различных температурных режимах; сушка помета в виде гранул, брикетов и пр.

Вакуумная сушка помета осуществляется помощью вакуумных реакторов периодического действия, где при температуре примерно 50 °С и низком давлении происходит выпаривание жидкости. Через определенное время температуру реакторе повышают до 90 °С и сырье выдерживается около 20 минут. За это время уничтожаются все патогенные бактерии и семена растений. После чего тем-

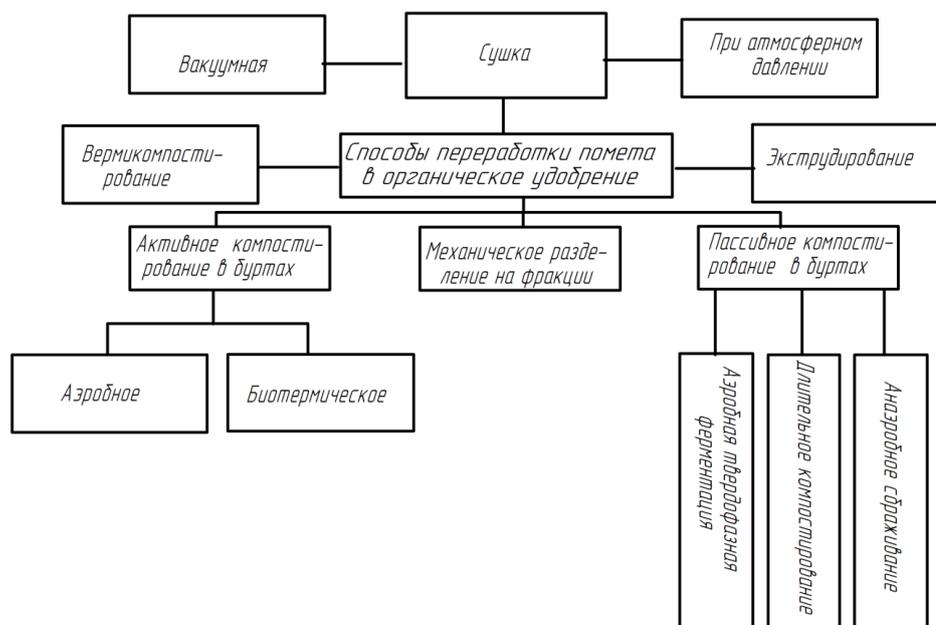


Рис. 1. Способы переработки птичьего помета в органическое удобрение

пература в реакторе снижается, давление выравнивается с атмосферным и происходит выгрузка готового продукта. Этот способ является относительно новым для птицефабрик и может быть использован при переработке помета, поступающего из клеточных батарей, а также для ликвидации многолетних накоплений пометных стоков. При этой технологии затраты на получение сухого помета будут тем меньше, чем ниже влажность пометной массы [4, 11].

Кроме перечисленных теоретически возможны те или иные комбинации представленных выше способов.

К недостаткам анализируемых способов переработки помета в органическое удобрение обычно относят следующее:

- при буртовом компостировании с использованием наполнителей (торф, опилки, солома, мел, шрот и т.д.) – длительность процесса, обширные загрязнения среды;
- при использовании заглублённых накопителей (бетонных хранилищ) – образование «помётных озёр», а при их разгерметизации – загрязнения окружающей среды;
- при сложных технологиях сушки помета (при влажности от 30–89%) неэкономичность для получения органического удобрения с необходимым содержанием влаги;
- при применении вакуумных технологий для обезвоживания птичьего помета – длительность процесса и достаточно высокие затраты на получение сухого помета;
- при термической сушке помет теряет полезные качества активатора биохимических процессов в почве, термическая сушка слишком дорога в эксплуатации [4, 11].

Следует отметить, что для переработки различных видов сырья в нашей стране и за рубежом в последние годы появились инновационные реше-

ния, которые позволили не только обосновать технические средства для их реализации, но и довести эти идеи до промышленного использования. Все они основаны на синергетическом эффекте от применения экструзионной и вакуумной технологий [2, 6–10].

Предлагаемая нами технология получения органического удобрения предусматривает измельчение птичьего помета с подстилкой с помощью дробилки до размеров частиц не более 10 мм с последующей обработкой в экструдере, оборудованном вакуумной камерой. В процессе экструзионной обработки в таком экструдере смесь помета с подстилкой подвергается следующим изменениям:

- стерилизуется и обеззараживается болезнетворные микроорганизмы, грибки, плесень и семена сорных растений;
- увеличивается в объёме (вследствие разрыва молекулярных цепочек крахмала и стенок клеток наполнителя растительного происхождения);
- гомогенизируется (процессы измельчения и перемешивания сырья в тракте экструдера продолжают, продукт становится полностью однородным);
- обезвоживается (влажность снижается на 50–70% от исходной) [10].

Системный анализ предлагаемой технологии позволил выявить следующие ее преимущества:

1. Поточность технологии и возможность ее полной автоматизации.
2. Высокая интенсивность обезвоживания получаемого экструдата, связанная с тем, что пониженное давление, применяемое в вакуумной камере, позволяет увеличить скорость испарения влаги с поверхности экструдатов в сравнении с атмосферным давлением примерно в 30 раз [2].
3. Возможность существенного энергосбережения за счет регенерации тепла отсасываемых из вакуумной камеры горячих паров и использования

его для предварительного подсушивания обрабатываемого помета.

4. Возможность применения в предлагаемом экструдере конденсатора с целью поддержания пониженного давления в вакуумной камере за счет конденсации горячих паров.

5. Влажность получаемого продукта достаточно просто регулируется за счет изменения давления в вакуумной камере.

Реализация предлагаемой технологии может быть осуществлена с помощью запатентованных автором статьи технологий и технических средств [8, 9, 10].

## Выводы

Таким образом, в предлагаемой технологии производства органических удобрений из птичьего помета поставленная задача решается за счет синергетического эффекта от совместного действия экструзионной и вакуумной технологий и по ряду показателей превосходит применяемые в настоящее время на предприятиях птицеводческой отрасли Российской Федерации.

## Список литературы

- [1] ГОСТ 31461–2012. Помёт птицы. Сырьё для производства органических удобрений. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 6 с.
- [2] Курочкин, А.А. Технология производства кормов на основе термовакуумной обработки отходов с/х производства /А.А. Курочкин, Д.И. Фролов //Иновационная техника и технология. 2014. № 4. С. 36–40.
- [3] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 14–20.
- [4] Лысенко В.П., Горохов А.В. Утилизация птичьего помета на птицефабриках – пути решения. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articlesprocessing-waste.html?pageID=1228313017> (дата обращения 09.10.2018).
- [5] Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта. РД-АПК 1.10.15.02–17. М. 2017. 167 с.
- [6] Пат. 2215427 Российская Федерация МПК А23 К1/10. Способ переработки отходов животного и растительного происхождения /заявители и патентообладатели: О.Ю. Красильников, В.Л. Литман; № 2000119049; заявл. 17.07.2000; опубл. 10.11.2003, Бюл. № 31. 10 с.
- [7] Patent US7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – № 09/937172; Pub. 21.02.2006.
- [8] Пат. 2460315 Российская Федерация МПК7 А23L1/00. Способ производства экструдатов /заявители: Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА.– № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. 6 с.
- [9] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 В29С47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Р.В. Шабнов, А.А. Курочкин, В.А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ.– № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 7с.
- [10] Пат. 2610805 Российская Федерация МПК А23К 40/25, А23К 10/26, А23К 10/37. Способ производства кормов /заявители: П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, А.Л. Мишанин; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенский ГТУ.– № 2015119627; заявл. 25.05.2015; опубл. 12.02.2017, Бюл. № 5. 8 с.
- [11] Суховеркова, В.Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах. /В.Е. Суховеркова //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (143). С. 45–55.

## PRODUCTION TECHNOLOGY OF ORGANIC FERTILIZER BASED ON EXTRUSION THERMAL PROCESSING OF BIRD DROPPINGS

*Kurochkin A.A., Potanov M.A.*

Modern poultry farming is characterized not only by a high concentration of poultry stock in conditions of primarily cellular content, but also by the associated problem of processing large amounts of waste. Strict environmental and economic requirements for the accumulation, storage and disposal of poultry manure in our country stimulate scientists and manufacturers to intensify research and implementation work in this direction. One of the innovative approaches

to solving this problem may be the introduction of thermal vacuum principle of exposure to poultry manure in order to obtain from it a highly effective organic fertilizer.

**Keywords:** *technology, litter, humidity, thermal vacuum treatment, organic fertilizer.*

---

## References

- [1] GOST 31461–2012. Pomet ptitsy. Syr'e dlya proizvodstva organicheskikh udobrenii. Tekhnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2014.– 6 p.
- [2] Kurochkin, A.A. Tekhnologiya proizvodstva kormov na osnove termovakuumnoi obrabotki otkhodov s/ kh proizvodstva /A.A. Kurochkin, D.I. Frolov //Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2014. No 4. pp. 36–40.
- [3] Kurochkin, A.A. Teoreticheskoe obosnovanie termovakuumnogo effekta v rabochem protsesse modernizirovannogo ekstrudera /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. No 3. pp. 14–20.
- [4] Lysenko V.P., Gorokhov A. V. Utilizatsiya ptich'ego pometa na ptitsefabrikakh – puti resheniya. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articlesprocessing-waste.html?pageID=1228313017> (data obrashcheniya 09.10.2018).
- [5] Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu sistem udaleniya i podgotovki k ispol'zovaniyu navoza i pometa. RD-APK 1.10.15.02–17. M. 2017. 167 p.
- [6] Pat. 2215427 Rossiiskaya Federatsiya MPK A23 K1/10. Sposob pererabotki otkhodov zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya /zayaviteli i patentoobladateli: O. Yu. Krasil'nikov, V.L. Litman; No 2000119049; zayavl. 17.07.2000; opubl. 10.11.2003, Byul. No 31. 10 p.
- [7] Patent US7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – No 09/937172; Pub. 21.02.2006.
- [8] Pat. 2460315 Rossiiskaya Federatsiya MPK7 A23L1/00. Sposob proizvodstva ekstrudatov /zayaviteli: G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Avrorov, P.A. Erushov; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskaya GTA. No 2011107960; zayavl. 01.03.2011; opubl. 10.09.2012, Byul. No 25. 6 p.
- [9] Pat. 2561934 Rossiiskaya Federatsiya MPK7 V29S47/12. Ekstruder s vakuumnoi kameroy /zayaviteli: G.V. Shaburova, P.K. Voronina, R.V. Shabnov, A.A. Kurochkin, V.A. Avrorov; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VO Penzenskii GTU. No 2014125348; zayavl. 23.06.2014; opubl. 10.09.2015, Byul. No 25. 7 p.
- [10] Pat. 2610805 Rossiiskaya Federatsiya MPK A23K 40/25, A23K 10/26, A23K 10/37. Sposob proizvodstva kormov /zayaviteli: P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, A.L. Mishanin; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskii GTU. No 2015119627; zayavl. 25.05.2015; opubl. 12.02.2017, Byul. No 5.– 8 p.
- [11] Sukhoverkova, V.E. Sposoby utilizatsii ptich'ego pometa, predstavlennye v sovremennykh patentakh. /V.E. Sukhoverkova //Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No 9 (143).– pp. 45–55.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ РАСПЛАВЛЕННОГО ПЧЕЛИНОГО ВОСКА

*Лузгин Н.Е., Утолин В.В., Коченов В.В., Чекайкин С.В.*

Переработка различных пищевых материалов сопровождается сложными физико-химическими, биологическими и механическими процессами, детальное изучение которых позволяет организовать объективный контроль и управление технологическим циклом производства. Особенности протекания этих процессов, конструктивные параметры рабочих органов соответствующих машин и аппаратов, а также качество получаемых продуктов питания в значительной степени зависят от реологических свойств перерабатываемых материалов. Основными процессами, в которых следует наиболее полно учитывать реологические свойства перерабатываемых материалов, являются формование, перемешивание и транспортирование. При изучении указанных процессов устанавливается взаимосвязь между реологическими характеристиками материала и технологическими параметрами его переработки. Одним из наиболее значимых свойств вязких сред является вязкость. В статье рассмотрено явление вязкости физических сред и приведены оригинальные результаты опытов по определению динамической вязкости расплавленного пчелиного воска. Воск – продукт, вырабатываемый восковыми железами пчел. При комнатной температуре он представляет собой твердое, мелкозернистое в изломе вещество, окраска которого колеблется от почти бесцветной до темно-желтой, светло-коричневой и коричневой. Однако данное вещество с увеличением температуры в среднем для разных сортов свыше 62–64 °С имеет свойство менять агрегатное состояние с твердого на жидкое. В настоящее время в справочных материалах можно найти значение динамической вязкости пчелиного воска в твердом состоянии, однако отсутствуют точные численные значения данного показателя в физических величинах для жидкого агрегатного состояния воска. Вопрос зависимости динамической вязкости расплавленного воска от температуры остается малоизученным и требует проведения дальнейших исследований. Данные численные значения имеют практическую ценность при расчетах и конструировании машин и механизмов, взаимодействующих с вязкой восковой средой.

**Ключевые слова:** воск, вязкость, температура, вискозиметр, реологические свойства.

### Введение

Вязкость – свойство жидкостей противостоять силе, которая вызывает их текучесть. Вязкость подразделяют на два типа – динамическую и кинематическую. В отличие от кинематической вязкости, динамическая или абсолютная вязкость – независима от плотности жидкости, так как она определяет внутреннее трение в жидкости. Абсолютная вязкость часто связана с напряжением сдвига, то есть напряжением, которое вызвано силой, действующей параллельно поперечному сечению тела, или, в нашем случае, жидкости. Для примера, представим жидкость настолько вязкую, что на протяжении нескольких минут она может держать форму, например куба, практически без изменений. Это может быть, например, густое фруктовое повидло. Положим этот куб на тарелку, и проведем по его верхней стороне рукой параллельно этой стороне. Сила, с которой рука действует на повидло, вызывает напряжение сдвига. Так как повидло очень вязкое, то оно потянется за рукой и куб изменит свою

форму. То есть вязкость – это свойство повидла не растекаться, а, наоборот, следовать движению руки.

В основном вязкость – это свойство жидкостей и газов, хотя иногда твердые тела также описывают с помощью вязкости. Особенно это свойство присуще телам, если они подвергаются малому, но постоянному напряжению, и их форма постепенно искажается. Высокая вязкость вещества характеризуется высоким сопротивлением напряжению сдвига.

Когда говорят о вязкости вещества, то обязательно указывают температуру, при которой тело имеет данный показатель, так как он зависит от температуры. Например, гораздо легче размешать теплый мед, чем холодный, так как он менее вязок. То же происходит и со многими маслами. К примеру, оливковое масло при комнатной температуре совсем не вязкое, но в холодильнике его вязкость заметно увеличивается. С вязкостью воска связана и эффективность его отделения от воскового сырья. Так, при повышении температуры от 70 до 100 °С такое отделение ускоряется в 3–4 раза. Поэтому переработку воскового сырья в воскотопках необ-

ходимо проводить при температуре теплоносителя, близкой к 100 °С.

Говоря о вязкости, различают два типа жидкостей: ньютоновские и неньютоновские. Вязкость первых не зависит от силы, на них действующей. Со вторыми дело обстоит сложнее, так как в зависимости от величины этой силы и от того, как она приложена, они становятся более или менее вязкими. Хороший пример неньютоновской жидкости – сливки. В обычных условиях они имеют низкую вязкость, которая не изменяется, даже если приложить к ним небольшую силу, например, медленно мешать их ложкой. Однако с увеличением этой силы, например при перемешивании их миксером, вязкость начнет постепенно увеличиваться, пока не станет настолько велика, что сливки смогут держать форму (взбитые сливки). Также ведут себя и сырые яичные белки. Какое же применение может иметь вязкость жидкостей в сельском хозяйстве? Рассмотрим на примере отрасли пчеловодства.

### Постановка проблемы

В пчеловодстве по сей день складывается такая ситуация, что производственные процессы выполняются большей частью вручную, либо с применением простейших приспособлений. Это одна из самых низкомеханизированных отраслей сельского хозяйства, развитие ее остановилось на уровне середины 20 века. При этом нельзя не отметить, что

попытки улучшить ситуацию не предпринимались и не предпринимаются.

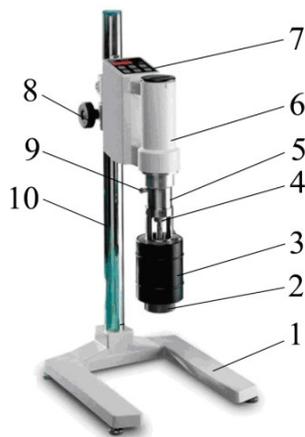
Так, в НИИ Пчеловодства (г. Рыбное Рязанской области) функционировал отдел механизации. В настоящее время в Рязанском ГАТУ имеется авторский коллектив, объединенный той же идеей – облегчить труд пчеловода и повысить эффективность отрасли. На данный момент разработаны конструкции машин, устройств и механизмов для механизации процессов вытопки воска, извлечения перги из сотов, сушки пыльцы и перги, очистки и прессования прополиса, приготовления капсулированных тестообразных подкормок для пчел.

В процессе разработки, теоретического исследования, проведения конструкторских расчетов машин для извлечения воска из воскового сырья, устройств для нанесения защитных оболочек на пищевые продукты и подкормки для пчел, большую роль играет такой показатель, как вязкость пчелиного воска. При работе машин подобного рода воск в них находится в жидком агрегатном состоянии. От изменения вязкости воска в зависимости от температуры во многом зависят технологические режимы работы машин, материалы для их изготовления, требования к условиям внешней окружающей среды.

В твердом агрегатном состоянии при температуре до 15–20 °С воск – хрупкое, упруго-пластичное тело. При дальнейшем повышении температуры его упругость снижается, а пластичность увеличи-



а)



б)

Рис. 1. Установка (а) для исследования реологических характеристик пищевых сред с компьютером, принтером, циркуляционным охлаждающим термостатом SC100-A10 и вискозиметром «Вискотестер VT 550» (б).

1 – основание штатива; 2 – крепежная гайка измерительных систем; 3 – термостатирующая рубашка; 4 – резьбовая муфта соединения ротора измерительной системы с измерительным валом привода; 5 – фланцевое устройство для крепления термостатирующей рубашки; 6 – привод; 7 – панель ручного управления прибором с клавиатурой; 8 – устройство подъема и опускания привода с измерительной системой; 9 – винт фиксации фланцевого устройства; 10 – вертикальная штанга.

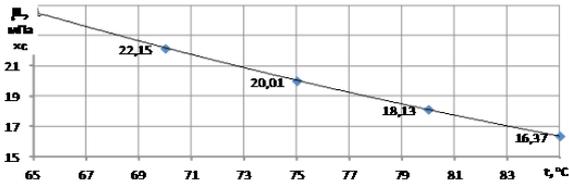


Рис. 2. Графическая зависимость динамической вязкости пчелиного воска  $\mu$  от температуры  $t$  его нагрева

ваеся, особенно при температуре выше 35–38 °C. При температуре на  $7 \pm 2$  °C ниже точки застывания начинается размягчение воска. Примерно в точке его застывания размягчение переходит в плавление. При размягчении и плавлении проявляются структурно вязкие свойства воска. При температуре на  $1,5 \pm 1$  °C выше максимальной температуры плавления воск ведет себя как истинно вязкая (ньютоновская) жидкость. Динамическая вязкость здесь является константой воска, зависящей только от температуры. В расплавленном состоянии воск, как и многие жидкости, состоит из неупорядоченных в пространстве молекул. В интервале застывания начинает формироваться определенная пространственная его структура. При этом в твердое состояние переходят сначала высокоплавкие компоненты воска, а затем низкоплавкие. Кроме того, его высокомолекулярные компоненты в твердом состоянии не являются типично кристаллическими в отличие от низкомолекулярных. Поэтому вскоре после застывания из расплавленного состояния воск характеризуется своеобразной структурой, промежуточной между кристаллической и аморфной. Вязкость размягченного, а тем более твердого воска сильно возрастает, отчего кристаллизация компонентов и упорядочение его структуры замедляются. Тем не менее, указанные процессы совершаются, причем скорость их зависит от температуры воска и содержания загрязняющих примесей [1].

### Цель и задачи исследования

При разработке конструкций машин для механизации пчеловодства, обоснования выбора материалов для изготовления узлов и механизмов этих машин, требуется знание свойств материалов – физико-механических, реологических, теплофизических, адгезионных и т.д. Однако не все свойства в полной мере изучены. В частности, при разработке новой конструкции агрегата для вытопки воска [2,3], а так же установки для нанесения защитного покрытия на тестообразные подкормки для пчел [4,5,6,7,8,9] возникла необходимость более тщательного изучения динамической вязкости такого материала, как пчелиный воск. При работе подобных машин важно учитывать изменение вязкости пчелиного воска от температуры, так как это влияет на конструктивно-технологические параметры, ка-

чественные и количественные показатели готовой продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо провести исследования по определению численных значений динамической вязкости расплавленного пчелиного воска при изменении его температуры. Исследования проводились в научной лаборатории Института механики и энергетики Национального исследовательского Мордовского Государственного Университета имени Н.П. Огарева.

### Объекты и методы исследований

Для экспериментов был использован воск из различных районов Рязанской области [10].

Испытания проводились на ротационном вискозиметре «Вискотестер VT 550» (фирма HAAKE, Германия) (рис. 1). Он предназначен для исследования реологических характеристик полимеров и сложных пищевых (биологических) сред (гели, эмульсии, суспензии и дисперсии).

Принцип действия вискозиметра заключается в следующем. Измеряемое вещество (воск) находится в зазоре измерительной системы. Ротор вращается с постоянной заранее определенной скоростью, и измеряемая жидкость вследствие присущей ей вязкости оказывает сопротивление вращению. Измеряется крутящий момент сопротивления вращению ротора. Встроенный микропроцессор на основе регистрируемых значений скорости вращения, крутящего момента и известной геометрии измерительной системы (системный фактор) рассчитывает вязкость в мПа·с, скорость сдвига в с<sup>-1</sup> и касательное напряжение в Па. При подключенном термометре сопротивление измеряется также температура в °C. Результаты выводятся на табло VT550 и через последовательный интерфейс RS232 на ПЭВМ.

Исходя из характеристик прибора и методики исследований длительность каждого измерения составляла 1800 с, скорость сдвига 1000 с<sup>-1</sup>, количество измерительных точек – 100, температуру среды меняли от 65 °C до 85 °C с шагом в 5 °C.

Измерения вязкости воска в диапазоне температур от 65 до 85 °C производили из следующих соображений. Нижний предел 65 °C обусловлен условием нахождения воска в расплавленном состоянии, т.е. чуть выше температуры плавления 62...64 °C. Нагрев воска свыше 85 °C производить нецелесообразно, так как из него начинают сильно испаряться легкие соединения, при этом он меняет цвет на более темный [11]. В воскотопках же нагрев производят и до более высоких температур, однако речь идет не о температуре нагрева воска, а о температуре теплоносителя (как правило, водяного пара).

### Результаты и их обсуждение

В результате лабораторных испытаний была

Таблица 1 – Значения вязкости пчелиного воска в диапазоне температур 65-85 °С

Температура воска, °С	Динамическая вязкость воска, мПа·с
65	24,61
70	22,15
75	20,01
80	18,13
85	16,37

получена графическая зависимость динамической вязкости пчелиного воска от температуры его нагрева. Анализируя графическую зависимость можно сделать вывод, что при повышении температуры

от 65 до 85°С вязкость воска уменьшается с 25,61 до 16,37 мПа·с.

Для более удобного практического применения полученных результатов приведем значения вязкости пчелиного воска в диапазоне температур 65–85°С в табличном виде (таблица 1).

### Выводы

При увеличении температуры пчелиного воска от 65 до 85°С значение его динамической вязкости снижается с 25,61 до 16,37 мПа·с. Минимальное значение динамической вязкости пчелиного воска достигается при температуре 85°С и составляет 16,37 мПа·с.

### Список литературы

- [1] Чудаков В. Г. Технология продуктов пчеловодства. М.: Колос, 1979.
- [2] Некрашевич В. Ф., Торженнова Т. В., Лузгин Н. Е., Нагаев Н. Б., Грунин Н. А. Исследование процесса вытопки воска // Пчеловодство. 2014. № 3. С. 50–51.
- [3] Некрашевич В. Ф., Лузгин Н. Е., Нагаев Н. Б. Агрегат для вытопки воска / Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции. Рязань, 2013. С. 554–557.
- [4] Патент на изобретение RUS2174748 С1. Способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел и устройство для его осуществления / Некрашевич В. Ф., Бронников В. И., Лузгин Н. Е., Корнилов С. В. // 20.10.2001.
- [5] Патент на изобретение RUS2265327 С2. Линия приготовления подкормки для пчел / Некрашевич В. Ф., Лузгин Н. Е., Панфилов И. А. // Бюл. № 34, 10.12.2005.
- [6] Патент на изобретение RUS2363239 С1. Способ нанесения защитного покрытия на подкормку для пчел / Некрашевич В. Ф., Лузгин Н. Е., Корнилов С. В., Чагин М. И. // Бюл. № 22, 10.08.2009.
- [7] Утолин В. В., Лузгин Н. Е., Лузгина Е. С. Способы и средства механизации приготовления тестообразных подкормок для пчел и их компонентов. // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: Материалы научных чтений «Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства», посвященных памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика МАЭП и РАВН Якова Васильевича Бочкарева. Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. С. 233–237.
- [8] Анализ способов подкормки пчел / С. В. Корнилов, Н. Е. Лузгин, Н. А. Грунин, А. Е. Исаев // Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения: Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (60 лет кафедрам «Эксплуатация машинно-тракторного парка», «Технология металлов и ремонт машин», «Сельскохозяйственные, дорожные и специальные машины, 50 лет кафедре «Механизация животноводства»). Рязань, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2013.– С. 153–157.
- [9] Патент на изобретение RUS2557431 С1. Способ получения подкормки для пчел / Некрашевич В. Ф., Лузгин Н. Е., Грунин Н. А., Липин В. Д., Нагаев Н. Б., Исаев А. Е. // Бюл. № 20, 20.07.2015.
- [10] ГОСТ 21179–2000 Воск пчелиный. Технические условия.
- [11] Лузгин Н. Е. Технология и агрегат для капсулирования подкормок пчелам: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Рязань, 2004.

## RESEARCH OF DYNAMIC VISCOSITY OF THE MOLTEN BEESWAX

*Luzgin N.E., Utolin V.V., Kochenov V.V., Chekaykin S.V.*

Processing of various food materials is accompanied by complex physical and chemical, biological and mechanical processes, a detailed study of which allows you to organize an objective monitoring and control of production cycle. Features of these processes, the design

parameters of the working bodies of the machines and devices, as well as the quality of the food is largely dependent on the rheological properties of recyclable materials. The main processes in which the rheological properties of recycled materials should be more fully taken into account are shaping, mixing and transportation. In the study of these processes is established the relationship between the rheological properties of the material and technological parameters of its processing. One of the most important properties of viscous fluids is viscosity. The article deals with the phenomenon of viscosity physical environments and provides original results of experiments to determine the dynamic viscosity of molten beeswax. Wax - a product produced by bees wax glands. At room temperature it is a solid, fine-grained material in the fracture, the color of which varies from nearly colorless to dark yellow, light brown and brown. However, the substance is the temperature increases on average for the different grades of over 62-64oS has the ability to change the aggregate state from solid to liquid. Currently, the reference material can be found the value of dynamic viscosity of beeswax in the solid state, but there are no exact numerical value of this indicator in physical quantities for the liquid state of aggregation of the wax. Q dependence of the dynamic viscosity of the molten wax temperature remains little known and requires further research. These numerical values are of practical value in the calculation and design of machines and mechanisms, interacting with a viscous wax medium.

**Keywords:** wax, viscosity, temperature, viscometer, rheological properties.

## References

- [1] Chudakov V.G. Tekhnologiya produktov pchelovodstva. M.: Kolos, 1979.
- [2] Nekrashevich V.F., Torzhenova T.V., Luzgin N.E., Nagaev N.B., Grunin N.A. Issledovanie protsessa vytopki voska // Pchelovodstvo. 2014. № 3. P. 50–51.
- [3] Nekrashevich V.F., Luzgin N.E., Nagaev N.B. Agregat dlya vytopki voska / Nauchnye priority v APK: innovatsionnye dostizheniya, problemy, perspektivy razvitiya: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Ryazan', 2013. P. 554–557.
- [4] Patent na izobretenie RUS2174748 S1. Sposob naneseniya zashchitnogo pokrytiya na podkormku dlya pchel i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / Nekrashevich V.F., Bronnikov V.I., Luzgin N.E., Kornilov S.V. // 20.10.2001.
- [5] Patent na izobretenie RUS2265327 S2. Liniya prigotovleniya podkormki dlya pchel / Nekrashevich V.F., Luzgin N.E., Panfilov I.A. // Byul. № 34, 10.12.2005.
- [6] Patent na izobretenie RUS2363239 S1. Sposob naneseniya zashchitnogo pokrytiya na podkormku dlya pchel / Nekrashevich V.F., Luzgin N.E., Kornilov S.V., Chagin M.I. // Byul. № 22, 10.08.2009.
- [7] Utolin V.V., Luzgin N.E., Luzgina E.S. Sposoby i sredstva mekhanizatsii prigotovleniya testoobraznykh podkormok dlya pchel i ikh komponentov. // Sovremennye energo- i resursosberegayushchie ekologicheski ustoychivye tekhnologii i sistemy sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva: Materialy nauchnykh chtenii «Sovremennye energo- i resursosberegayushchie ekologicheski ustoychivye tekhnologii i sistemy sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva», posvyashchennykh pamyati chlena-korrespondenta RASKhN i NANKR, akademika MAEP i RAVN Yakova Vasil'evicha Bochkareva. Ryazan': Izdatel'stvo FGBOU VO RGATU, 2016. P. 233–237.
- [8] Analiz sposobov podkormki pchel / S.V. Kornilov, N.E. Luzgin, N.A. Grunin, A.E. Isaev // Aktual'nye problemy agroinzhenerii i ikh innovatsionnye resheniya: Sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi yubileyu spetsial'nykh kafedr inzhenernogo fakul'teta (60 let kafedram «Ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka», «Tekhnologiya metallov i remont mashin», «Sel'skokhozyaistvennyye, dorozhnye i spetsial'nye mashiny, 50 let kafedre «Mekhanizatsiya zhivotnovodstva»). Ryazan', Ryazanskii gosudarstvennyi agrotekhnologicheskii universitet imeni P.A. Kostycheva, 2013.– P. 153–157.
- [9] Patent na izobretenie RUS2557431 S1. Sposob polucheniya podkormki dlya pchel / Nekrashevich V.F., Luzgin N.E., Grunin N.A., Lipin V.D., Nagaev N.B., Isaev A.E. // Byul. № 20, 20.07.2015.
- [10] GOST 21179–2000 Vosk pchelinyi. Tekhnicheskie usloviya.
- [11] Luzgin N.E. Tekhnologiya i agregat dlya kapsulirovaniya podkormok pchelam: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Ryazan', 2004.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАКУУМА В ПРОЦЕССЕ ЗАМОРОЗКИ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Пчелинцева О.Н., Бочкарева З.А.

В данной статье сконструированы условия для решения выделенной задачи и приведены результаты аналитического исследования процесса вакуумной заморозки пищевых полуфабрикатов. Предоставляются выводы, вытекающие из проведенных расчетов по поставленной задаче. Предлагается решение, позволяющее снизить продолжительность замораживания продукта под вакуумом.

**Ключевые слова:** давление, вакуум, заморозка, охлаждение, штучные полуфабрикаты.

### Введение

Ещё в конце прошлого века наряду с экологическими проблемами появилась тенденция поиска холодильных установок, не приносящих вреда окружающей среде. С точки зрения безопасности наиболее оптимальными оказались природные рабочие вещества: водные растворы солей и вода. Данные вещества не позволяют использовать для сжатия их паров холодильные компрессоры, главным образом являясь положительными движущими силами в вакууме [1, 2].

В настоящее время существует множество разработок вакуумных морозильных и холодильных машин с использованием воды в качестве хладагента и хладоносителя. Стоит заметить, что при этом скорость технологических процессов (охлаждение, замораживание) остается неизменной. Однако ускорить данные процессы можно с помощью испаряющейся воды, находящейся внутри охлаждаемого продукта. В результате такого непосредственного контакта хладагента и продукта достигается высокая скорость охлаждения (замораживания) пищевых продуктов.

К преимуществам вакуумной заморозки можно отнести: уменьшение процесса замораживания и значительное снижение энергозатрат. К недостаткам – усушка продукта.

Сегодня ведутся исследования по устранению данного недостатка на примере вакуумного двухстадийного замораживания штучных пищевых полуфабрикатов.

Процесс замораживания полуфабрикатов под вакуумом можно описать следующим образом. Давление насыщенных паров воды во всем объеме замораживаемого продукта в результате вакуумирования становится неравновесным, т.е. меньше того, которое установилось бы при фактической температуре изделия. Но при  $t = \text{const}$  продукта понизить давление получится только на небольшой отрезок времени, по истечении которого оно вновь вернется к исходному значению за счет испарения свободной влаги. Таким образом, можно объяснить процессы

установления равновесия системы вода – пар по диаграмме ее состояния [3, 4].

Стоит заметить, что в нашем случае постоянство температуры продукта ничем не поддерживается, поэтому испарение воды осуществляется с отводом тепловой энергии от изделия, тем самым вызывая его замораживание. Меньшей температуре изделия соответствует меньшее давление насыщенных паров [5]. Поэтому по мере откачивания паров из вакуумной камеры все время происходит нарушение равновесия между фактическим давлением водяных паров и давлением их насыщенных паров, таким образом, испарение воды с поверхности продукта приводит к его замораживанию [6, 7]. Когда в центре продукта достигается заданная температура, вакуумирование прекращают, замороженный продукт вынимают, упаковывают и помещают для хранения в холодильник.

**Целью** работы является исследование процесса заморозки полуфабрикатов с помощью вакуума.

### Объекты и методы исследований

Для решения исходной задачи введены следующие условия: в герметичной вакуумной камере находится продукт с начальной температурой  $t_n$ , влажностью  $W$  и удельной теплоемкостью  $c_n$ . На его поверхность наморожен ледяной слой массой  $m_{л.с.}$ , теплота сублимации которого равна  $r_{суб}$ . Исходная масса продукта  $m_n$  занимает часть герметичной полости, паровое пространство которой подвергается динамическому вакуумированию с понижением давления от  $P_n$  (парциальное давление паров при температуре продукта  $t_n$ ) до  $P_n$  (парциальное давление насыщенных паров в вакуумной камере). [8, 9]

### Результаты и их обсуждение

Количество тепла  $Q_1$ , которое отдает продукт в процессе его замораживания от начальной температуры  $t_n$  до конечной температуры  $t_k$ , составит (в Дж)

$$Q_1 = m_n [c_n (t_n - t_k) + W \cdot r_3], \quad (1)$$

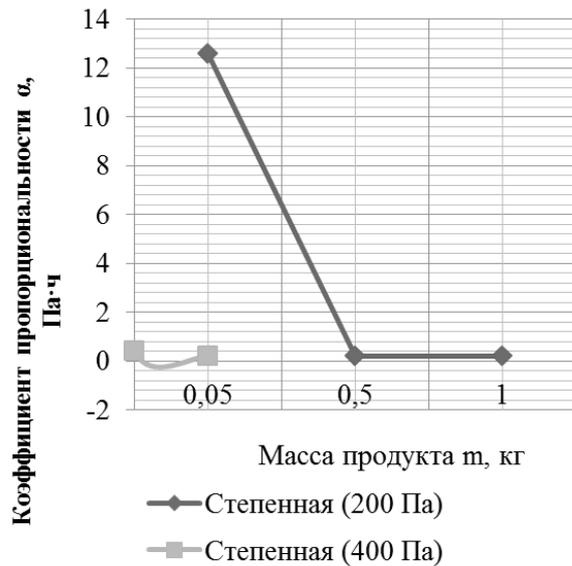


Рис. 1. Графики зависимости поправочного коэффициента пропорциональности от массы замораживаемого продукта при остаточном давлении в вакуумной камере 200 и 400 Па

где  $c_n$  – удельная теплоемкость продукта, Дж/(кг·К);

$m_n$  – масса исходного продукта, кг;

$t_n$  и  $t_k$  начальная и конечная температуры

продукта, К;

$W$  – влажность исходного продукта;

$r_3$  – удельная теплота затвердевания, для воды

335 кДж / кг.

Количество тепла  $Q_2$ , которое поглощается при фазовом переходе в процессе сублимации ледяного слоя с поверхности продукта, выразим через

произведение массы ледяного слоя  $m_{л.с.}$ , испаряющегося при остаточном давлении в вакуумной камере  $P_k$  за время  $\tau$ , на среднюю теплоту сублимации льда  $r_{суб}$  в интервале от  $t_n$  до  $t_k$ . Для этого введем поправочный коэффициент пропорциональности  $\alpha$ , который будет заменять величины  $P_k$  и  $\tau$  (в Дж)

$$Q_2 = r_{суб} \cdot m_{л.с.} \cdot (P_n - P_k) \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot \tau, \quad (2)$$

где  $r_{суб}$  – средняя теплота сублимации льда

в интервале от  $t_n$  до  $t_k$ , кДж/кг;

$m_{л.с.}$  – масса ледяного слоя, намораживаемого на продукт, кг;

$P_n$  – парциальное давление паров при температуре продукта  $t_n$ , Па;

$P_k$  – парциальное давление насыщенных паров в вакуумной камере, Па;

$\alpha$  – введенный нами поправочный

коэффициент пропорциональности, Па·ч.

$\tau$  – продолжительность процесса, ч.

В условиях фазового перехода оптимальную массу ледяного слоя в формуле (2) можно представить следующим образом

$$m_{л.с.} = V_{пара} \cdot \rho_{пара} = V_{в.к.} \cdot \rho_{пара}, \quad (3)$$

где  $V_{пара}$  – объем насыщенных водяных паров,  $M^3$ ;

$\rho_{пара}$  – плотность насыщенных водяных паров, кг/ $M^3$ ; принимаем  $\rho_{пара} = const$ ;

$V_{в.к.}$  – объем вакуумной камеры,  $M^3$ .

Тогда, приравняв значения  $Q_1$  и  $Q_2$ , получим

$$m_n [c_n (t_n - t_k) + W \cdot r_3] = r_{суб} \cdot V_{в.к.} \cdot \rho_{пара} \cdot (P_n - P_k) \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot \tau, \quad (4)$$

Откуда следует продолжительность процесса замораживания в вакууме  $\tau$  (ч)

$$\tau = \frac{\alpha \cdot m_n [c_n (t_n - t_k) + W \cdot r_3]}{r_{суб} \cdot V_{в.к.} \cdot \rho_{пара} (P_n - P_k)}, \quad (5)$$

На рисунке 1 отображены графики зависимости поправочного коэффициента пропорциональности  $\alpha$  от массы замораживаемого продукта при остаточном давлении в вакуумной камере.

### Выводы

В целом можно прийти к выводу, что продолжительность процесса вакуумной заморозки пищевых полуфабрикатов возрастает с увеличением его массы, влажности, удельной теплоемкости; начальной и конечной температур продукта; объема вакуумной камеры и остаточного давления. Чтобы снизить продолжительность замораживания продукта под вакуумом, необходимо понизить величину остаточного давления в вакуумной камере.

### Список литературы

- [1] Пчелинцева О. Н. Инновационные процессы и технологии в пищевых производствах О. Н. Пчелинцева, Е. А. Сарафанкина, Д. О. Полежаев // Состояние и перспективы развития современной науки: Социально-экономические, естественнонаучные исследования: сб. мат.– Пенза, Международная научно-практическая конференция, 2016.– С. 149–155.
- [2] Пчелинцева О. Н. Процессы воздухоочистки на пищевых производствах, О. Н. Пчелинцева, Е. А. Сарафанкина, К. В. Левцов // Состояние и перспективы развития современной науки: Социально-экономические, естественнонаучные исследования: сб. мат.– Пенза, Международная научно-практическая конференция, 2016.– С. 145–149.
- [3] Бочкарева З. А. Моделирование критериальной оценки биологической ценности мясных рецептурных композиций З. А. Бочкарева, О. Н. Пчелинцева // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сб. мат.– VIII Международная научно-практическая конференция, 2012.– С. 20–22.
- [4] Шленская Т. В. Использование продукта экструзионной обработки пшеничных отрубей при производстве мясных рубленых изделий / Т. В. Шленская, З. А. Бочкарева // Пищевая промышленность.– 2006.– № 6.– С. 64.
- [5] Куткина М. Н. Шкафы «шоковой» заморозки/ М. Н. Куткина, С. А. Елисеева, Д. В. Смирнов // Питание и общество.-2007.-№ 7.– С. 24–25.
- [6] Елисеева С. А. Регенерация быстрозамороженной кулинарной продукции/ С. А. Елисеева, М. Н. Куткина, Н. Я. Карцева, Е. Л. Иванов: Сборник научных трудов. Региональные вопросы развития технологии продуктов и организация общественного питания.– СПб.: СПб ТЭИ, 2007.– С. 25–29.
- [7] Стеле, Р. Сроки годности пищевых продуктов: расчет и испытание / Под ред. Р. Стеле. Пер. с англ. В. Широкова. Под общей ред. Ю. Г. Базарновой. СПб: Профессия.– 2006.– 500с.

## THE STUDY OF THE VACUUM FREEZING PROCESS SEMI-FINISHED PRODUCTS

*Pchelinceva O.N., Bochkareva Z.A.*

---

In this article, the conditions for the solution of the selected problem are designed and the results of the analytical study of the process of vacuum freezing of food semi-finished products are presented. Are the conclusions resulting from the carried out calculations for the task at hand. A solution is proposed to reduce the duration of freezing the product under vacuum.

*Keywords: pressure, vacuum, freezing, cooling, piece semi-finished products.*

---

### References

- [1] Pchelintseva O. N. Innovatsionnye protsessy i tekhnologii v pishchevykh proizvodstvakh O. N. Pchelintseva, E. A. Sarafankina, D. O. Polezhaev // Sostoyanie i perspektivy razvitiya sovremennoi nauki: Sotsial'no-ekonomicheskie, estestvennonauchnye issledovaniya: sb. mat.– Penza, Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 2016.– pp. 149–155.
- [2] Pchelintseva O. N. Protsessy vozdukhoochistki na pishchevykh proizvodstvakh, O. N. Pchelintseva, E. A. Sarafankina, K. V. Levtsov // Sostoyanie i perspektivy razvitiya sovremennoi nauki: Sotsial'no-ekonomicheskie, estestvennonauchnye issledovaniya: sb. mat.– Penza, Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 2016.– pp. 145–149.
- [3] Bochkareva Z. A. Modelirovanie kriterial'noi otsenki biologicheskoi tsennosti myasnykh retsepturnykh kompozitsii Z. A. Bochkareva, O. N. Pchelintseva // Agropromyshlenni kompleks: sostoyanie, problemy, perspektivy: sb. mat.– VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 2012.– pp. 20–22.
- [4] Shlenskaya T. V. Ispol'zovanie produkta ekstruzionnoi obrabotki pshenichnykh otrubei pri proizvodstve myasnykh rublenykh izdelii / T. V. Shlenskaya, Z. A. Bochkareva // Pishchevaya promyshlennost'.– 2006.– № 6.– p. 64.
- [5] Kutkina M. N. Shkafy «shokovoi» zamorozki/ M. N. Kutkina, S. A. Eliseeva, D. V. Smirnov // Pitanie i obshchestvo.-2007.-№ 7.– pp.24–25.
- [6] Eliseeva S. A. Regeneratsiya bystrozamorozhennoi kulinarnoi produktsii/ S. A. Eliseeva, M. N. Kutkina, N. Ya. Kartseva, E. L. Ivanov: Sbornik nauchnykh trudov. Regional'nye voprosy razvitiya tekhnologii produktov i organizatsiya obshchestvennogo pitaniya.– SPb.: SPb TEI, 2007.– pp.25–29.
- [7] Stele, R. Sroki godnosti pishchevykh produktov: raschet i ispytanie / Pod red. R. Stele. Per. s angl. V. Shirokova. Pod obshchei red. Yu. G. Bazarnovoi. SPb: Professiya.– 2006.– 500 p.

# ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 338.438.01

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕЛЬМЕННОГО АВТОМАТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИТАНИЯ

Куручкин А.А., Зимняков В.М.

Актуальность вопроса, рассматриваемого в статье, вытекает из современного состояния общественного питания в стране, когда технологические операции по выработке продуктов питания, выполняемые вручную, замещаются с помощью соответствующего оборудования машинными. В работе обоснован подход к технико-экономическому обоснованию примененияпельменного автомата в зависимости от тех или иных условий производства данного вида продукта на предприятиях общественного питания.

**Ключевые слова:** предприятие питания, оборудование,пельменный автомат, производительность, экономический эффект.

### Введение

В большинстве случаев при замене производства продуктов питания с ручного способа на машинный, повышается производительность труда обслуживающего персонала при некотором снижении качества продукта и увеличении бракованных изделий в виде отходов производства. Такое положение характерно, например, для производствапельменей, когда потребитель чаще отдает предпочтение более дорогому продукту, изготовленному ручным способом, а в процессе эксплуатации оборудования, наряду с затратами на его приобретение и обслуживание, предприятие питания несет определенные потери от продукции, не отвечающей установленным требованиям и относящейся к браку.

Цель исследований – разработка рекомендаций по технико-экономической оценке результатов внедрения машинных способов производства пищевых продуктов в условиях предприятий питания. В работе обоснован методический подход к технико-экономической оценке целесообразности перехода с ручного способа на машинный при производствепельменей.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования является технологический процесс производствапельменей.

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

### Результаты и их обсуждение

Известно, что необходимость оснащения пред-

приятий общественного питания сложным и дорогостоящим оборудованием не всегда очевидна, и в некоторых случаях требует пусть и простейшего, но профессионального технико-экономического обоснования.

В общем случае такое обоснование можно выполнить на основе базовых экономических показателей, одним из которых считается экономический эффект от внедрения новой технологии. Следует отметить, что при выработкепельменей в условиях небольших по объему производства предприятий питания применяется как ручной, так и машинный способы выработки этого пищевого продукта. При этом цена изделий ручного приготовления обычно выше, чем у продуктов, полученных с помощьюпельменного автомата.

С учетом этого замечания и того, что затраты на сырье в сравниваемых вариантах одинаковы, выбранный для оценки показатель может быть представлен следующей формулой

$$\Theta_r = \Pi_1 - \Pi_2 - \Theta_n, \quad (1)$$

где  $\Pi_1$  – приведённые затраты, связанные с ручным изготовлениемпельменей, руб.;

$\Pi_2$  – приведённые затраты, связанные с внедрением машинной технологии производствапельменей, руб.;

$\Theta_n$  – экономический эффект от внедрения оборудования, обусловленный снижением цены реализациипельменей, руб.;

Приведённые затраты  $\Pi_1$ , связанные с ручным изготовлениемпельменей, с учетом одинаковых денежных затрат на сырье в сравниваемых вариантах, определяются расходами на заработную плату обслуживающего персонала и равны

$$П_1 = З_1 = T_1 m C_3, \quad (2)$$

где  $Z_1$  – оплата труда обслуживающего персонала при ручном способе производства пельменей, руб.;

$T_1$  – трудоёмкость изготовления пельменей, чел.ч/кг;  
 $m$  – годовая производственная программа, кг;

$C_3$  – часовая оплата труда работника цеха, руб./чел.ч.

Расходы на заработную плату обслуживающего персонала можно определить и по формуле

$$З_1 = \frac{m}{W_1} C_3, \quad (3)$$

где  $W_1$  – производительность работника цеха, кг/ч.

В свою очередь производительность труда работника цеха при ручном способе производства пельменей может быть рассчитана по формуле

$$W_1 = \frac{60}{t_{\text{руч}}}, \quad (4)$$

где  $t_{\text{руч}}$  – время ручных операций в расчёте на 1 кг пельменей, мин.

Приведённые затраты на выработку пельменей машинным способом определяются из условия

$$П_2 = З_2 + Э_2 + A_2 + P_2 + EF_2, \quad (5)$$

где  $Z_2$  – оплата труда обслуживающего персонала при машинном способе производства пельменей, руб.;

$Э_2$  – расходы на электроэнергию, руб.;

$A_2$  – амортизационные отчисления, руб.;

$P_2$  – расходы, связанные с ремонтом оборудования, руб.;

$E$  – нормативный коэффициент капитальных вложений,  $E = 0,15$ ;

$F_2$  – капитальные затраты на внедрение оборудования, руб.

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала определяются аналогично с ручным способом производства

$$З_2 = \frac{m}{W_2} C_3, \quad (6)$$

где  $W_2$  – производительность пельменного автомата, кг/ч.

Расходы на электроэнергию определяются по формуле

$$Э_2 = N t_{\text{авт}} C_{Э}, \quad (7)$$

где  $N$  – мощность привода пельменного автомата, кВт;

$t_{\text{авт}}$  – время работы автомата в году, ч;

$C_{Э}$  – стоимость электроэнергии, руб./кВт.ч.

Время работы автомата можно определить формуле

$$t_{\text{авт}} = \frac{m}{W_2 n}, \quad (8)$$

где  $n$  – число пельменных автоматов. Принимаем равным 1.

Или, подставляя это значение в формулу (7), получим

$$Э_2 = \frac{Nm C_3}{W_2}. \quad (9)$$

Годовые расходы на амортизацию определяют по формуле

$$A_2 = a F_2, \quad (10)$$

где  $a$  – норма отчислений на амортизацию.

Аналогично определяются и годовые расходы на ремонт оборудования

$$P_2 = p F_2, \quad (11)$$

где  $p$  – норма отчислений на ремонт.

С учётом формул (6), (9), (10) и (11) зависимость (5) можно представить в виде формулы

$$П_2 = \frac{m C_3}{W_2} + \frac{Nm C_3}{W_2} + (a + p + E) F_2. \quad (12)$$

Экономический эффект, связанный с внедрением пельменного автомата, и обусловленный снижением цены реализации продукта, определяется выражением

$$Э_в = (C_p - C_m) m, \quad (13)$$

где  $C_p$  – стоимость пельменей ручного

производства, руб./кг;

$C_m$  – стоимость пельменей машинного

производства, руб./кг.

С учётом некоторых преобразований выражение (1) можно записать в следующем виде

$$Э_r = \frac{m C_3}{W_1} - \frac{m}{W_2} (C_3 + N C_3) + (a + p + E) F_2 - (C_p - C_m) m \quad (14)$$

Или в расчёте на условную единицу продукта это выражение примет вид

$$Э_r^y = \frac{Э_r}{m} = \frac{C_3}{W_1} - \frac{C_3}{W_2} - \frac{N C_3}{W_2} - \frac{(a + p + E) F_2}{m} - (C_p - C_m). \quad (15)$$

Для анализа уравнения (15) перейдём к его частному виду. Для этого вместо его составляющих

и коэффициентов подставим их численные значения.

Примем:

– часовая производительность работника цеха при ручной выработкепельменей составляет  $W_1 = 2$  кг/ч;

– часовая оплата труда работника цеха  $C_3 = 100,0$  руб./чел.ч;

– стоимость электроэнергии  $C_5 = 3,6$  руб./кВт.ч;

Нормы отчислений на амортизацию и ремонт оборудования примем в обоих случаях равными 0,166.

Принимаем для настольного пельменного автомата НПА-1М-02 производительность – 100 кг/ч, мощность привода 0,75 кВт, а его стоимость – 150 тыс. руб.

Стоимость пельменей ручного производства принимаем равной 230 руб./кг, стоимость пельменей машинного производства – 180 руб./кг.

Тогда уравнение (15) примет вид

$$\Theta_r^y = \frac{\Theta_r}{m} = 50 - 1 - 0,027 - \frac{72300}{m} - 50. \quad (16)$$

### Список литературы

- [1] Дипломное проектирование по механизации переработки продукции животноводства. /А. А. Курочкин, В. М. Зимняков, В. В. Ляшенко и др. Учебное пособие.– Пенза: Пензенская ГСХА, 1998. 250 с.
- [2] Дипломное проектирование по технологии производства и переработки продукции животноводства /А.А. Курочкин, В.Ф. Зубриянов, В.В. Ляшенко и др. Под общей ред. д.т.н., профессора А. А. Курочкина.– Пенза, 2001. 343 с.
- [3] Зимняков, В.М. Экономико-технологические аспекты производства и переработки продукции животноводства/В.М. Зимняков, И. В. Гаврюшина//Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. Пенза, 2016. 178 с.
- [4] Курочкин А. А., Зимняков В. М., Фролов Д. И. Методика технико-экономической оценки технологии подготовки нетелей к лактации // Вестник НГИЭИ.2018. № 7 (86). С. 39–48.
- [5] Оборудование перерабатывающих производств /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В. М. Зимняков, П. К. Воронина. М.: ИНФРА-М, 2015. 363 с.

## FEASIBILITY STUDY OF APPLICATION DUMPLING MACHINE IN FOOD INDUSTRY

*Kurochkin A.A. Zimnyakov V.M.*

The relevance of the issue discussed in the article follows from the current state of public catering in the country, when technological operations for the development of food products, performed manually, are replaced by machinery with the help of appropriate equipment. The paper substantiates the approach to the feasibility study of the use of a dumpling machine, depending on certain conditions of production of this type of product in catering.

**Keywords:** *food enterprise, equipment, dumpling machine, productivity, economic effect.*

### References

- [1] Diplomnoe proektirovanie po mekhanizatsii pererabotki produktsii zhivotnovodstva. /А. А. Kurochkin, V. M. Zimnyakov, V. V. Lyashenko i dr. Uchebnoe posobie.– Penza: Penzenskaya GSKhA, 1998. 250 p.

- [2] Diplomnoe proektirovanie po tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii zhivotnovodstva /A.A. Kurochkin, V.F. Zubriyanov, V.V. Lyashenko i dr. Pod obshchei red.d.t.n., professora A.A. Kurochkina.– Penza, 2001. 343 p.
- [3] Zimnyakov, V.M. Ekonomiko-tekhnologicheskie aspekty proizvodstva i pererabotki produktsii zhivotnovodstva /V.M. Zimnyakov, I.V. Gavryushina //Penzenskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya. Penza, 2016. 178 p.
- [4] Kurochkin A.A., Zimnyakov V.M., Frolov D.I. Metodika tekhniko-ekonomicheskoi otsenki tekhnologii podgotovki netelei k laktatsii // Vestnik NGIEI.2018. № 7 (86). pp. 39–48.
- [5] Oborudovanie pererabatyvayushchikh proizvodstv /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.M. Zimnyakov, P.K. Voronina. M.: INFRA-M, 2015. 363 p.

# ИНФОРМАЦИЯ

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

### ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Гарькина П.К., Шабурова Г.В. Слоенные хлебобулочные изделия с экструдатом проса // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 5–10.

Гарькина П.К., Шабурова Г.В. Экструдат гречихи в технологии булочных изделий // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 11–14.

Фролов Д.И. Влияние добавок на текстуру композитных экструдатов // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 15–18.

**Гарькина Полина Константиновна**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
Тел/факс: (8412) 49-54-41  
E-mail: worolina89@mail.ru

**Garkina Polina Konstantinovna**

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»  
Penza State Technological University  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia  
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41  
E-mail: worolina89@mail.ru

**Шабурова Галина Васильевна**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
Тел/факс: (8412) 49-56-99  
E-mail: shaburovs@mail.ru

**Shaburova Galina Vasilevna**

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»  
Penza State Technological University  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia  
Phone/Fax: +7 (8412) 49-56-99  
E-mail: shaburovs@mail.ru

**Фролов Дмитрий Иванович**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
Тел/факс: (8412) 49-54-41  
E-mail: surr@bk.ru

**Frolov Dmitriy Ivanovich**

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»  
Penza State Technological University  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia  
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41  
E-mail: surr@bk.ru

### ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Волшенкова Е.С., Фролов Д.И. Возможность применения суспензии хлореллы как альтернатива антибиотикам в животноводстве // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 19–22.

Гуськов А.А., Родионов Ю.В., Анохин С.А., Гливленкова О.А., Плотникова С.В. Технология вакуумно-импульсного экстрагирования растворимых веществ из крапивы и хмеля // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 23–27.

Курочкин А.А., Потапов М.А. Технология производства органических удобрений на основе экструзионной термовакуумной обработки птичьего помета // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 28–32.

Лузгин Н.Е., Утолин В.В., Коченов В.В., Чекайкин С.В. Исследование динамической вязкости расплавленного пчелиного воска // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 33–37.

Пчелинцева О.Н., Бочкарева З.А. Исследование использования вакуума в процессе заморозки полуфабрикатов // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 38–40.

**Волшенкова Екатерина Сергеевна**

магистрант кафедры «Пищевые производства»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
Тел/факс: (8412) 49-54-41  
E-mail: ketti\_costa@mail.ru

**Volshenkova Ekaterina Sergeevna**

master student «Food productions»  
Penza State Technological University  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia  
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41  
E-mail: ketti\_costa@mail.ru

**Гуськов Артём Анатольевич**

старший преподаватель кафедры «Организация перевозок и безопасность дорожного движения»  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
392000, Россия, г. Тамбов, ул. Советская, 106  
Тел.: 8 (4752) 63-02-00,  
E-mail: tyoma-1@mail.ru

**Родионов Юрий Викторович**

д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Техническая механика и детали машин»  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
392000, Россия, г. Тамбов, ул. Советская, 106  
Тел.: 8 (4752) 63-04-59,  
E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru

**Анохин Сергей Александрович**

старший преподаватель кафедры «Организация перевозок и безопасность дорожного движения»  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
392000, Россия, г. Тамбов, ул. Советская, 106  
Тел.: 8 (4752) 63-02-00,  
E-mail: fwut@mail.ru

**Гливенкова Ольга Анатольевна**

канд. фил. наук, доцент кафедры «Иностранные языки»  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
392000, Россия, г. Тамбов, ул. Советская, 106  
Тел.: 8 (4752) 63-04-59

**Плотникова Светлана Валерьевна**

д-р техн. наук, доцент кафедры «Техническая механика и детали машин»  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
392000, Россия, г. Тамбов, ул. Советская, 106  
Тел.: 8 (4752) 63-04-59

**Курочкин Анатолий Алексеевич**

д-р техн. наук, профессор кафедры «Пищевые производства»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
Тел.: (8412) 49-54-41  
E-mail: anatolii\_kuro@mail.ru

**Потапов Максим Александрович**

ПАО «Биосинтез», мастер участка  
Тел/факс: 89624738696

**Лузгин Николай Евгеньевич**

канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедры технических систем в АПК,  
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»,  
390044, ЦФО, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1  
Тел. +7 (4912) 35-37-22  
E-mail: luznik@yandex.ru

**Guskov Artem Anatolyevich**

senior lecturer of the Department «Organization of traffic and road safety»,  
Tambov State Technical University  
392000, Russia, Tambov, st. Sovetskaya, 106  
Phone: +7 (4752) 630200,  
E-mail: tyoma-1@mail.ru

**Rodionov Yuri Viktorovich**

doctor of engineering, professor, head of the Department «Technical mechanics and machine parts»,  
Tambov State Technical University,  
392000, Russia, Tambov, st. Sovetskaya, 106  
Phone: +7 (4752) 63-04-59,  
E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru

**Anokhin Sergei Alexandrovich**

senior lecturer of the Department «Organization of traffic and road safety»,  
Tambov State Technical University,  
392000, Russia, Tambov, st. Sovetskaya, 106  
Phone: +7 (4752) 630200,  
E-mail: fwut@mail.ru

**Glivenkova Olga Anatolyevna**

candidate of philology, associate Professor of «Foreign languages»,  
Tambov State Technical University,  
392000, Russia, Tambov, st. Sovetskaya, 106  
Phone: +7 (4752) 63-04-59

**Plotnikova Svetlana Valeryevna**

candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department «Technical mechanics and machine parts»,  
Tambov State Technical University,  
392000, Russia, Tambov, st. Sovetskaya, 106  
Phone: +7 (4752) 63-04-59

**Kurochkin Anatoliy Alekseevich**

doctor of technical sciences, professor of chair «Food productions»  
Penza State Technological University  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia  
Phone: +7 (8412) 49-54-41  
E-mail: anatolii\_kuro@mail.ru

**Potapov Maxim Alexandrovich**

PJSC «Biosynthesis», master of the site  
Phone: 89624738696

**Luzgin Nikolai Evgenievich**

kand. tech. Sciences, associate Professor, associate Professor of technical systems in agriculture,  
Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev,  
390044, Central Federal district, Ryazan region, Ryazan, Kostycheva str., 1  
Phone +7 (4912) 35-37-22  
E-mail: luznik@yandex.ru

**Утолин Владимир Валентинович**

канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедры технических систем в АПК,  
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени П.А.  
Костычева»,  
390044, ЦФО, Рязанская область, г. Рязань, ул.  
Костычева, д.1  
Тел. +7 (910) 645-19-85  
E-mail: 6451985@mail.ru

**Utolin Vladimir Valentinovich**

kand. tech. Sciences, associate Professor, associate  
Professor of technical systems in agriculture,  
Ryazan State Agrotechnological University named after P.  
A. Kostychev,  
390044, Central Federal district, Ryazan region, Ryazan,  
Kostycheva str., 1  
Phone +7 (910) 645-19-85  
E-mail: 6451985@mail.ru

**Коченов Виталий Васильевич**

старший преподаватель кафедры технических систем в  
АПК,  
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени П.А.  
Костычева»,  
390044, ЦФО, Рязанская область, г. Рязань, ул.  
Костычева, д.1  
Тел. +7 (4912) 35-37-22  
E-mail: luznik@yandex.ru

**Kochenov Vitaly Vasilyevich**

senior lecturer of the Department of technical systems in  
agriculture,  
Ryazan State Agrotechnological University named after P.  
A. Kostychev,  
390044, Central Federal district, Ryazan region, Ryazan,  
Kostycheva str., 1  
Phone +7 (4912) 35-37-22  
E-mail: luznik@yandex.ru

**Чекайкин Сергей Васильевич**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое  
управление качеством»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
E-mail: cheksv@mail.ru

**Chekaykin Sergey Vasilievich**

cand. technical sciences, associate professor of chair  
«Technical quality management»  
Penza State Technological University  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,  
Russia  
E-mail: cheksv@mail.ru

**Пчелинцева Ольга Николаевна**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые  
производства»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
Тел/факс: +7 (9063) 98-90-80  
E-mail: pchelincevaon@yandex.ru

**Pchelinceva Olga Nikolaevna**

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food  
productions»  
Penza State Technological University  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,  
Russia  
Phone/Fax: +7 (9063) 98-90-80  
E-mail: pchelincevaon@yandex.ru

**Бочкарева Зенфира Альбертовна**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые  
производства»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
Тел/факс: +7 (9063) 98-90-80  
E-mail: bochkarijevaz@mail.ru

**Bochkareva Zenfira Albertovna**

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food  
productions»  
Penza State Technological University  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,  
Russia  
Phone/Fax: +7 (927) 094-79-49  
E-mail: bochkarijevaz@mail.ru

**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Курочкин А.А., Зимняков В.М. Техничко-экономическое обоснование применения пельменного автомата на предприятиях питания // Инновационная техника и технология. 2018. № 2 (15). С. 41–44.

**Зимняков Владимир Михайлович,**

д-р экон. наук, профессор кафедры «Переработка  
сельскохозяйственной продукции»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный  
университет»  
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30. Тел. 8 (8412)  
628151  
E-mail: zimnyakov@bk.ru

**Zimnyakov Vladimir Mikhailovich,**

doctor of economic Sciences, Professor of the Department  
«Processing agricultural  
products».  
Penza State Agricultural University  
440014, Penza, St. Botanical garden. sky 30. Tel: 8 (8412)  
628151  
E-mail: zimnyakov@bk.ru

## ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

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 – редколлекцией 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

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

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

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

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

порядке. Необходимо четко сформулировать цель исследования.

**«Объекты и методы исследований»:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

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

В редакцию предоставляются:

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

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

3) **сведения об авторах (на русском и английском языках):** фамилия, имя, отчество каждого соавтора, место и адрес работы с указанием должности, структурного подразделения, ученой степени, звания; контактный телефон, домашний адрес, электронная почта, дата рождения. 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 транслитированном списке литературы должно совпадать с транслитированным 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 транслитированным 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 транслитированного 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 vozrozhdeniyu: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR [From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

#### Описание Интернет-ресурса:

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

#### Описание диссертации или автореферата диссертации:

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

#### Описание ГОСТа:

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

#### Описание патента:

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

*НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ*

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ**

**№ 2 (15) / 2018**

*Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.*

*Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии «КОПИ-РИЗО»*

*Сдано в производство 18.06.2018. Формат 60X84/8  
Бумага типогр. №1. Печать ризография. Шрифт Times New Roman.  
Усл. печ. л. 6,05. Тираж 50 экз.*