

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



**ИННОВАЦИОННАЯ  
ТЕХНИКА И  
ТЕХНОЛОГИЯ**

**INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY**

**Том 8**

**№ 3**

**2021**

**Научно-теоретический и практический журнал**

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

## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 8, № 3, 2021

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  
(Пензенский государственный аграрный  
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  
(Пензенский государственный аграрный  
университет);
- В. А. Милюткин**, д-р техн. наук, профессор  
(Самарский государственный аграрный  
университет);
- 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., 2021 © ООО НТК «Эврика!», 2021

## INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Volume 8, Issue 3, 2021

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 Agrarian 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 Agrarian University);
- V. A. Milutkin**, doctor of technical sciences, professor  
(Samara State Agrarian University);
- 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., 2021 © ООО НТК «Эврика!», 2021

---

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

<b>Пшеничные отруби в производстве мучных кондитерских изделий</b> <i>Гарькина П.К., Лисина С.В.</i> .....	5
<b>Модификация рецептуры батона нарезного с применением порошка виноградных косточек</b> <i>Курочкин А.А., Гарькина П.К., Родин М.Н.</i> .....	12
<b>Влияние параметров процесса экструзии на водопоглотительную способность зерновых экструдатов</b> <i>Фролов Д.И., Пияйко П.И.</i> .....	18
<b>Изменение прочности на разрыв зерновых экструдатов при разных условиях экструзии</b> <i>Фролов Д.И., Кручинина Н.Э.</i> .....	23
<b>Плоды калины как источник функциональных пищевых ингредиентов</b> <i>Шабурова Г.В., Павлова А.О.</i> .....	28

## ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<b>Разработка установки для магнито-термического армирования полимерных деталей сельскохозяйственных машин</b> <i>Воронин Н.В., Филатов И.С., Родионов Ю.В., Никитин Д.В.</i> .....	32
<b>Модернизация двухкамерного вакуумного экструдера</b> <i>Курочкин А.А., Потапов М.А.</i> .....	38
<b>Исследования водно-дизельной смеси, приготавливаемой в динамическом аппарате для автотракторной техники</b> <i>Ломовских А.Е., Борисов С.В., Родионов Д.Ю., Скоморохова А.И.</i> .....	42

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<b>Состояние производства колбасных изделий в России</b> <i>Зимняков В.М., Курочкин А.А.</i> .....	50
---	----

## ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<b>Влияние куриного помета на физические характеристики почвы</b> <i>Потапов М.А., Фролов Д.И.</i> .....	56
---	----

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

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

---

# CONTENTS

## FOOD TECHNOLOGY

<b>Wheat bran in the production of flour confectionery products</b> <i>Garkina P.K., Lisina S.V.</i> .....	5
<b>Modification of the recipe of a sliced loaf with the use of grape seed powder</b> <i>Kurochkin A.A., Garkina P.K., Rodin M.N.</i> .....	12
<b>Influence of the parameters of the extrusion process on the water absorption capacity of grain extrudates</b> <i>Frolov D.I., Piyayko P.I.</i> .....	18
<b>Change in tensile strength of grain extrudates under different extrusion conditions</b> <i>Frolov D.I., Kruchinina N.E.</i> .....	23
<b>Viburnum fruits as a source of functional food ingredients</b> <i>Shaburova G.V., Pavlova A.O.</i> .....	28

## TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

<b>Development of an installation for magneto-thermal reinforcement of polymer parts of agricultural machines</b> <i>Voronin N.V., Filatov I.S., Rodionov Yu.V., Nikitin D.V.</i> .....	32
<b>Modernization of a two-chamber vacuum extruder</b> <i>Kurochkin A.A., Potapov M.A.</i> .....	38
<b>Research of water-diesel mixture prepared in a dynamic device for automotive technology</b> <i>Lomovskikh A.E., Borisov S.V., Rodionov D.Yu., Skomorokhova A.I.</i> .....	42

## ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

<b>The state of sausage production in Russia</b> <i>Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A.</i> .....	50
---	----

## ENVIRONMENTAL PROTECTION

<b>Impact of chicken droppings on the physical characteristics of the soil</b> <i>Potapov M.A., Frolov D.I.</i> .....	56
--	----

## AUTHOR GUIDELINES

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

# ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

## FOOD TECHNOLOGY

УДК 663.479.1

### Пшеничные отруби в производстве мучных кондитерских изделий

*Гарькина П.К., Лисина С.В.*

**Аннотация.** Разработка рецептур и технологий мучных кондитерских изделий с применением сырья с высоким содержанием функциональных пищевых ингредиентов обуславливает профилактику дефицита питательных веществ в организме человека, сохранение и улучшение его здоровья. Приведены результаты исследований возможности применения пшеничных отрубей (ПО) в технологии изделий из песочного теста. Обосновано применение ПО взамен части пшеничной муки (ПМ). Исследованы органолептические показатели изделия с применением ПО. Определена рациональная дозировка ПО в рецептуре пирожного «Песочное кольцо». Расчетно-аналитическим методом определен химический состав изделий и его сравнение с рекомендуемым уровнем суточного потребления основных пищевых веществ.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, пшеничные отруби, рецептура, органолептические показатели, степень удовлетворения суточной потребности.

**Для цитирования:** Гарькина П.К., Лисина С.В. Пшеничные отруби в производстве мучных кондитерских изделий // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 5–11.

### Wheat bran in the production of flour confectionery products

*Garkina P.K., Lisina S.V.*

**Abstract.** The development of recipes and technologies for flour confectionery products using raw materials with a high content of functional food ingredients leads to the prevention of nutritional deficiencies in the human body, the preservation and improvement of its health. The results of studies of the possibility of using wheat bran (PO) in the technology of products made from shortcrust pastry are presented. The use of software is substantiated instead of a part of wheat flour (PM). The organoleptic characteristics of the product were investigated using software. The rational dosage of PO in the recipe for the Sand Ring cake has been determined. The chemical composition of products was determined by the calculation and analytical method and its comparison with the recommended level of daily consumption of basic nutrients.

**Keywords:** flour confectionery, wheat bran, recipe, organoleptic characteristics, the degree of satisfaction of the daily requirement.

**For citation:** Garkina P.K., Lisina S.V. Wheat bran in the production of flour confectionery products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 5–11. (In Russ.).

#### Введение

Сохранение и улучшение здоровья человека в большой степени обусловлено употреблением продуктов питания повышенной пищевой ценности.

Отсюда возникает необходимость обогащения

пищевых продуктов, являющихся продуктами массового потребления. Повысить пищевую ценность изделий можно путем разработки рецептур продуктов питания, в частности мучных кондитерских изделий, с применением нетрадиционного сырья.

Важным преимуществом применения нату-

ральных продуктов в технологии мучных кондитерских и хлебобулочных изделий является особенностью их химического состава, позволяющая обогатить изделия функциональными пищевыми ингредиентами.

Смирновой Т.П. разработана технология печения с тыквенным пюре. При разработке рецептуры было определено количество вносимого тыквенного пюре и сахара – 25% и 70% соответственно. Тыквенное пюре оказало благоприятное воздействие на органолептические показатели и структуру и консистенцию изделия: более выраженный вкус и аромат, изменение цвета до светло-оранжевого, уменьшению нормы закладки сахара; структура стала более рассыпчатая и хрустящая [1].

Ученые Кубанского государственного технологического университета разработали технологию песочного печенья функционального назначения. Особенностью состава рецептуры является корневища сусака зонтичного. Изделия, производимые данным способом, имеют высокую пищевую и биологическую ценность, а также улучшенные органолептические и структурно-механические показатели. Корневища сусака позволяют обогатить продукт пищевыми волокнами и улучшают структуру изделия – снижают ломкость изделий, уплотняют консистенцию за счет влагосвязывающей способности крахмала, увеличивают объем готового изделия [2].

Изучение литературных данных по производству мучных кондитерских изделий функционального назначения позволило сделать вывод о

возможности применения различных добавок, как компонентов, способствующих повышению биологической ценности продукта. Введение в рецептуры мучных кондитерских изделий натуральных добавок с повышенной биологической ценностью, с целью создания рецептур обогащенных пищевых продуктов, является на сегодняшний день приоритетным направлением развития кондитерской отрасли [3, 4, 5].

Целью исследований является изучение возможности применения пшеничных отрубей в технологии изделий из песочного теста.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются изделия «Песочное кольцо» с пшеничными отрубями.

Применяемое сырье: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), отруби пшеничные (ГОСТ 7169-2017), соль (ГОСТ Р 51574-2018), масло сливочное (ГОСТ 32261-2013), сахар белый (33222-2015), яйца (ГОСТ 31654-2012).

Тесто для песочного пирожного с ПО готовили по традиционной технологии песочного полуфабриката [6]. Органолептические показатели качества всех образцов пирожного «Песочное кольцо» определяли через 2 ч после выпечки и их соответствие требованиям ОСТ 10-060-95. Пищевую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным методом.

Таблица 1– Сравнение химического состава пшеничных отрубей и муки пшеничной высшего сорта [7]

Наименование показателя	Пшеничные отруби	Мука пшеничная высшего сорта
Вода, %	13	14,5
Белки, г	16	10,3
Липиды, %, в том числе	3,8	1,08
Насыщенные жирные кислоты (НЖК), %	0,8	0,15
Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК), %	0,9	0,11
Полингенасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), %, в том числе	1,28	0,51
Омега-3, г	0,08	0,03
Омега-6, г	1,2	0,48
Сахара, г	5	1,6
Крахмал, г	11	68,7
Пищевые волокна, г	46,2	1,6
<i>Минеральные вещества, мг%</i>		
Калий	1260	122
Магний	448	16
Фосфор	950	86
<i>Витамины, мг%</i>		
Витамин В <sub>1</sub>	0,75	0,17
Витамин В <sub>2</sub>	0,26	0,04
Витамин РР	10,5	1,2
Энергетическая ценность, ккал/кДж	165/690	334/1397

**Результаты и их обсуждение**

На первом этапе осуществляли обоснование применения ПО для обогащения изделий из песочного теста. В таблице 1 приведен сравнительный анализ химического состава ПО в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта.

Установлено, что содержание белка в ПО на 55,3 % выше, чем в пшеничной муке.

Содержание жирных кислот в ПО существенно превышает уровень этого нутриента в пшеничной муке. Так НЖК выше в 5,3 раза, МНЖК – в 8,2 раза и ПНЖК – в 2,5 раза выше, чем в пшеничной муке. При этом содержание омега-3 в ПО превышает уровень этого показателя в пшеничной муке высшего сорта в 2,7 раза, омега-6 – в 2,5 раза.

Содержание моно- и дисахаридов в ПО в 3,1 раза выше, чем в пшеничной муке высшего сорта.

Уровень содержания крахмала в ПО ниже, чем в пшеничной муке в 6,2 раза.

Содержание пищевых волокон в ПО в 28,9 раза выше, чем в пшеничной муке высшего сорта.

Витаминно-минеральный комплекс ПО значительно выше, чем в пшеничной муке. Так, калия больше в 10,3 раза. Содержание магния выше в 28 раз, фосфора – в 11 раз. Содержание в ПО витамина В1 превышает его уровень в пшеничной муке в 4,4 раза, витамина В2 – в 6,5 раза, витамина РР – в 8,8 раз.

Как показывает анализ химического состава, ПО являются источником функциональных пищевых ингредиентов, что свидетельствует о возмож-

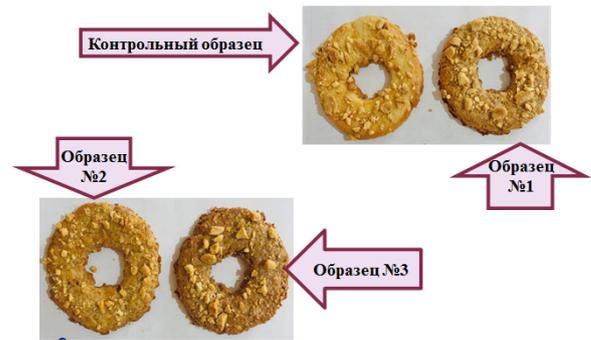


Рис. 1. Внешний вид контрольного и модельных образцов песочного кольца

ности применения их в рецептурах пищевых продуктов.

Нами были оценены органолептические показатели пирожного «Песочное кольцо» с применением ПО взамен части пшеничной муки высшего сорта.

На рисунке 1 приведен внешний вид контрольного и модельных образцов пирожного «Песочное кольцо» с внесением пшеничных отрубей в количестве 15% (образец № 1), 30% (образец № 2) и 45% (образец № 3).

Результаты оценки органолептических показателей пирожного «Песочное кольцо» приведены в таблице 2.

Отмечено, что форма изделий, изготовленных с применением ПО в количестве 15 и 30 %, также как и форма изделия контрольного образца была без вмятин, с ровными краями, без повреждений.

Таблица 2 – Органолептические показатели качества пирожного «Песочное кольцо»

Наименование показателей	Контроль	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Внешний вид: Форма	Без вмятин, края ровные без повреждений.			Слегка деформированная, с незначительными изломами
Состояние поверхности	Неподгорелая, гладкая, без вздутий, трещин и вкраплений крошек			Неподгорелая, гладкая, без вздутий, трещин, отдельными вкраплениями пшеничных отрубей
Вид в разрезе (изломе)	Пропеченный, без следов непромеса			Пропеченный, следы непромеса, наличие вкраплений частиц
Структура (консистенция)	Пористая, рассыпчатая			Хрупкая, ломкая, крошливая
Цвет	Желтый, равномерный	Светло-коричневый, равномерный	Светло-коричневый, с оранжевым оттенком равномерный	Коричневый, неравномерный
Запах и вкус	Характерный для данного вида продукта, без посторонних привкуса и запаха	Характерный для данного вида продукта, без посторонних привкуса и запаха	Характерный для данного вида продукта, с легким привкусом пшеничных отрубей	Характерный для данного вида продукта, с выраженным привкусом и запахом пшеничных отрубей

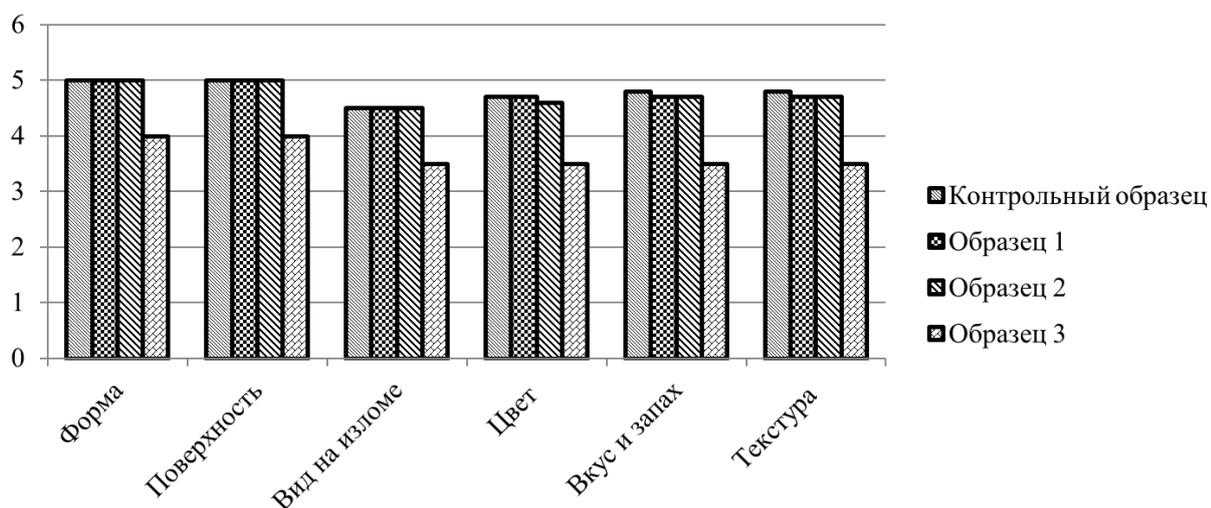


Рис. 2. Органолептическая оценка (в баллах) контрольного и модельных образцов пирожного «Песочное кольцо» с применением пшеничных отрубей

Таблица 3 – Пищевая и энергетическая ценность пирожного «Песочное кольцо» с применением пшеничных отрубей, в 100 г

Наименование показателей	Контрольный образец	Модельный образец № 2 (30% ПО)	Степень удовлетворения суточной потребности, %	
			Контрольный образец	Модельный образец № 2 (30% ПО)
Белки, г	8,4	9,2	11,3	12,3
Липиды, г	27,5	27,9	33,2	33,6
ПНЖК, г	2	2,1	17,9	18,9
Омега-3, г	0,07	0,08	7	7,8
Омега-6, г	1,9	2	18,8	19,8
Моно- и дисахариды, г	19,2	20,2	30,3	31
Крахмал, г	34,5	26,3	9,4	7,2
Пищевые волокна, г	0,8	7	2,7	23,3
Калий, мг	98,5	256,7	2	5,1
Магний, мг	32,6	92,6	8,1	23,2
Фосфор, мг	135,6	255,7	17	32
Витамин В <sub>1</sub> , мг	0,12	0,2	8	13,4
Витамин В <sub>2</sub> , мг	0,16	0,19	8,9	10,6
Витамин РР, мг	1,1	2,4	5,3	11,8
ЭЦ, ккал	505	489	2,2	18,3

Форма модельного образца с внесением ПО в количестве 45 % отличалась деформированностью и незначительными изломами.

Поверхность контрольного образца и модельных образцов с внесением 15 и 30 % ПО после выпечки была неподгорелая, гладкая, без вздутий, трещин и вкраплений. При исследовании модельного образца с внесением 45 % ПО обнаружена неподгорелая, гладкая, без вздутий и без трещин поверхность, но при этом отмечены вкрапления частиц пшеничных отрубей.

Вид в изломе и у контрольного образца, и модельных образцов с внесением 15, 30 % ПО был пропеченный, без следов непромеса. Образец с внесением 45 % ПО отмечен, как пропеченный, со

следами непромеса, а также наличием вкраплений частиц.

Контрольному и модельным образцам в эксперименте с внесением 15 и 30 % ПО была присуща пористая, рассыпчатая текстура. Модельный образец с внесением 45 % ПО характеризовался хрупкой, ломкой, крошливой текстурой.

У контрольного и модельного образца с внесением 15 % и 30 % ПО отмечали цвет, свойственный данному виду изделия. Модельный образец с внесением 45 % ПО имел коричневый, неравномерный цвет.

Контрольный и модельный образец с внесением 15 % ПО был без посторонних привкусов и запахов. Модельный образец с внесением 30 % ПО

Таблица 4 – Рецепттура пирожного «Песочное кольцо» с внесением пшеничных отрубей

Наименование продукта	Массовая доля сухих веществ, %	Масса на 100 шт., г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная в/с	85,5	1556,8	1437,6
Мука пшеничная в/с (на подпыл)	85,5	178	152,2
Отруби пшеничные	87	655,7	616,11
Сахар-песок	99,85	890	888,7
Меланж	27	311	84
Масло сливочное	84	1334	1120,6
Эссенция	0	8,9	0
Натрий двууглекислый	50	2,3	1,2
Аммоний углекислый	0	2,3	0
Соль	96,5	8,9	8,6
Ядра орехов (жареные) дробленые	97,5	493	480,7
Яйца	27	123	33,2
Итого:		5563,9	4670,7

имел легкий привкус пшеничных отрубей. Модельный образец с внесением 45 % ПО имел выраженный привкус пшеничных отрубей.

Результаты балльной органолептической оценки пирожного «Песочное кольцо», приготовленного по традиционной технологии и с применением ПО, приведены на рисунке 2.

На основе анализа описательной и балльной характеристики контрольного и модельных образцов пирожного «Песочное кольцо» установлено, что с потребительской точки зрения лучшими органолептическими показателями характеризовался модельный образец с внесением рациональной дозировки ПО 30 % взамен части пшеничной муки (образец № 2).

Сравнительная характеристика пищевой и энергетической ценности контрольного и модельного образца с применением рациональной дозировки ПО в количестве 30 % взамен части пшеничной муки представлена в таблице 3.

Результаты расчета свидетельствуют об увеличении количества белка в модельном изделии на 9,5 % по сравнению с контрольным образцом, изготовленным по традиционной рецептуре и технологии.

Содержание липидов изменилось незначительно. В модельном образце с рациональной дозировкой ПО в количестве 30 % содержание липидов на 1,5 % выше, чем в контрольном.

Содержание эссенциальных ПНЖК в модельном образце выше, чем в контрольном на 5 %. В модельном образце количество омега-3 выше, чем в контрольном образце на 10,0 %, омега-6 – на 5,1 %.

В сравнении с контролем, изменяется содержание моно- и дисахаридов увеличивается на 5 %. Общее количество углеводов значительно уменьшается, так как в модельном образце уменьшается уровень крахмала на 24 %.

Значительно повысился уровень содержания пищевых волокон в модельном образце – в 8,8 раза.

Улучшается витаминно-минеральный комплекс.

Установлено повышение содержания калия, магния и фосфора на 61,6, 64,8 и 47 %, соответственно.

Содержание витамина В1 повысилось в модельном образце в сравнении с изделиями без внесения ПО на 40,2 %, витамина В2 – на 16,2 %, витамина РР – на 54,9 %.

Употребление 100 г пирожного «Песочное кольцо» с ПО позволяет повысить степень удовлетворения суточной потребности в омега-6 на 19,8 %, в пищевых волокнах на 23,3 %, в магнии на 23,2 % и в фосфоре на 32,0 %.

Таким образом, внесение ПО в рецептуру пирожного «Песочное кольцо» в количестве 30 % взамен части пшеничной муки высшего сорта позволяет обогатить изделие белком, ПНЖК, пищевыми волокнами, калием, магнием, фосфором, витаминами В1, В2, РР. При этом по таким показателям, как содержание ПНЖК, омега-6, пищевые волокна, магния и фосфора изделия с внесением ПО можно отнести к функциональным продуктам питания в связи с тем, что уровень указанных показателей превышает степень удовлетворения суточной потребности в этих ингредиентах более чем на 15 %.

Внесение 30 % ПО в рецептуру пирожного «Песочное кольцо» привело к снижению энергетической ценности модельных образцов на 10,0 %.

На основании полученных результатов исследования предложена рецептура пирожного «Песочное кольцо» с пшеничными отрубями (таблица 4).

## Выводы

Обоснована возможность и целесообразность

применения пшеничных отрубей в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов. Установлена в исследованиях рациональная дозировка пшеничных отрубей в рецептуре пирожного «Песочное кольцо» взамен части пшеничной муки

в количестве 30 %. Показано, что применение пшеничных отрубей при производстве пирожного «Песочное кольцо» обуславливает получение изделий с улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями.

## Литература

- [1] Смирнова Т. П. Разработка рецептуры песочного печенья функционального назначения / Т. П. Смирнова, Д. Т. Гайфуллина, Р. Р. Хасанова // Международный научный журнал «Символ науки». – Набережные Челны, 2015. - №3. – С. 5 – 8.
- [2] Пат. 2617336. С 12 С 12/00. Сдобное печенье функционального назначения / Н. А. Тарасенко, В. Ю. Архипов, заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет (RU) – 2016100918А; заявл. 12.01.2016; опубл. 24.04.2017, Бюл. № 21. – 3 с.
- [3] Пат. 2579488 Российская Федерация, МПК А21D8/02. Способ производства хлебобулочных изделий/заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова; патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. -№ 2014146596/13; заявл. 19.11.2014; опубл.10.04.2016, Бюл. № 21. - 8 с.
- [4] 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. – сборник статей 8-ой Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.А. Авророва. – Пенза, 2014. – С. 97-101.
- [5] Шматкова, Н. Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения/Н. Н. Шматкова, П. К. Воронина//Инновационная техника и технология. -2015. -№3 (04). -С. 33-39.
- [6] Павлов А. В. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. – 2004. – 215 с.
- [7] Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник/Под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. – М.: Дели принт, 2002. 236 с.

## References

- [1] Smirnova T. P. Development of a recipe for functional shortbread cookies / T. P. Smirnova, D. T. Gaifullina, R. R. Khasanova // International scientific journal «Symbol of Science». - Naberezhnye Chelny, 2015. - No. 3. - pp. 5 - 8.
- [2] Pat. 2617336. C 12 C 12/00. Functional butter biscuits / N. A. Tarasenko, V. Yu. Arkhipov, applicant and patent holder of FGBOU VO Kuban State Technological University (RU) - 2016100918A; declared 01/12/2016; publ. 04.24.2017, Bul. No. 21. - 3 p.
- [3] Pat. 2579488 Russian Federation, IPC A21D8 / 02. Method for the production of bakery products / applicants: G.V. Shaburov, P.K. Voronin, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova; patentee of FGOU VO Penza GTU. -No. 2014146596/13; declared 11/19/2014; publ. 10.04.2016, Bul. No. 21. - 8 p.
- [4] Shaburova, G.V. Extruded oats as a raw material for bread enrichment / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, N. N. Shmatkova // Food industry and agro-industrial complex: achievements, problems, prospects. - collection of articles of the 8th International Scientific and Practical Conference. Edited by V.A. Avrorova. - Penza, 2014. - pp. 97-101.
- [5] Shmatkova N.N. Prospects for the use of a composite mixture in the technology of functional bakery products / N.N. N. Shmatkova, P. K. Voronina // Innovative equipment and technology. -2015. -No. 3 (04). - pp. 33-39.
- [6] Pavlov A. V. Collection of recipes for flour confectionery and bakery products for public catering enterprises. - 2004. - 215 p.
- [7] Chemical composition of Russian food products: Handbook / Ed. THEM. Skurikhin and V.A. Tutelyan. - M. : Delhi print, 2002.236 p.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Гарькина Полина Константиновна</b>  кандидат технических наук  доцент кафедры «Пищевые производства»  ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  технологический университет»  440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11  <b>Тел.:</b> +7(927) 094-79-49  <b>E-mail:</b> worolina89@mail.ru</p>	<p><b>Garkina Polina Konstantinovna</b>  PhD in Technical Sciences  associate professor at the department of «Food productions»  Penza State Technological University  <b>Phone:</b> +7(927) 094-79-49  <b>E-mail:</b> worolina89@mail.ru</p>
<p><b>Лисина Светлана Вячеславовна</b>  магистрант кафедры «Пищевые производства»  ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  технологический университет»  440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11  <b>Тел.:</b>  <b>E-mail:</b> s.lisina2011@yandex.ru</p>	<p><b>Lisina Svetlana Vycheslavovna</b>  undergraduate of the department «Food productions»  Penza State Technological University  <b>Phone:</b>  <b>E-mail:</b> s.lisina2011@yandex.ru</p>

## Модификация рецептуры батона нарезного с применением порошка виноградных косточек

*Курочкин А.А., Гарькина П.К., Родин М.Н.*

**Аннотация.** Рассмотрена возможность и целесообразность применения экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек при производстве батона нарезного, проведен анализ органолептических показателей изделий, изготовленных с заменой части пшеничной муки высшего сорта на измельченную экструдированную смесь зерна пшеницы и виноградных косточек, сравнение с показателями изделий, изготовленных по традиционной рецептуре. Хлебобулочные изделия с приемлемыми сенсорными параметрами, пищевой и энергетической ценностью могут быть получены путем замены пшеничной муки на 20 % измельченной экструдированной смеси, в составе которой 3 части зерна пшеницы и 1 часть виноградных косточек.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, экструдированная смесь зерна пшеницы и виноградных косточек, органолептические показатели, пищевая и энергетическая ценность.

**Для цитирования:** Курочкин А.А., Гарькина П.К., Родин М.Н. Модификация рецептуры батона нарезного с применением порошка виноградных косточек // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 12–17.

## Modification of the recipe of a sliced loaf with the use of grape seed powder

*Kurochkin A.A., Garkina P.K., Rodin M.N.*

**Abstract.** The possibility and expediency of using an extruded mixture of wheat grain and grape seeds in the production of a sliced loaf is considered, the analysis of organoleptic indicators of products made with the replacement of a part of wheat flour of the highest grade with a crushed extruded mixture of wheat grain and grape seeds, comparison with the indicators of products made according to the traditional recipe is carried out. Bakery products with acceptable sensory parameters, nutritional and energy value can be obtained by replacing wheat flour with a 20% crushed extruded mixture consisting of 3 parts of wheat grain and 1 part of grape seeds.

**Keywords:** bakery products, extruded mixture of wheat grain and grape seeds, organoleptic parameters, nutritional and energy value.

**For citation:** Kurochkin A.A., Garkina P.K., Rodin M.N. Modification of the recipe of a sliced loaf with the use of grape seed powder. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 12–17. (In Russ.).

### Введение

Современный тренд производства обогащенных и функциональных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий базируется на поиске и применении в рецептурах изделий нетрадиционных видов сырья различного происхождения, являющихся источником функциональных пищевых ингредиентов. К таким ингредиентам, оказывающим позитивное влияние на физиологические функции организма человека, относятся пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики и синбиотики [1]. Между тем применение расти-

тельного сырья, являющегося источником указанных ингредиентов, в ряде случаев ограничено в связи со сложностями реализации эффективных методов его переработки.

В последние годы мука из виноградных косточек, образующихся при производстве вина, стала привлекать все больше внимания технологов и диетологов. В научной литературе имеется ряд работ, показывающих возможность повторного использования виноградных косточек в качестве добавок при производстве продуктов питания после их дополнительной обработки. Так, Данович Н.К. с сотрудниками при производстве безглютеновых вафельных хлебцев установлена возможность замены

доминирующего сырья (гречневой муки) на семена винограда в дозировке 33 % [2]. В технологии сдобного печенья с приемлемыми сенсорными показателями предлагается применять не более 15 % муки из виноградных косточек [3]. Приведено экспериментальное обоснование возможности замены в рецептуре булочки к завтраку 10% пшеничной муки на муку из виноградных косточек [4].

Ранее авторами обоснованы аргументы в пользу рационального подхода к применению в пищевых производствах виноградных косточек, подвергнутых термовакуумной экструзионной обработке совместно с зерном пшеницы [5]. Следует отметить, что термопластическая экструзия в последние 20-25 лет может быть охарактеризована как наиболее эффективный технологический процесс, применяемый в современной пищевой технологии в качестве предварительной обработки и улучшения функционально-технологических свойств пищевого сырья и готовой продукции. С целью снижения трудоемкости при экструзионной переработке растительного сырья авторами запатентован способ производства получения экструдированных композитных смесей с помощью специально разработанного экструдера с вакуумной камерой [6], посредством которого получали экструдированные полуфабрикаты для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, а также напитков [7, 8, 9]. При этом установлено, что экструдированная композитная смесь на основе растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон может быть получена путем его переработки в смеси с наполнителем, имеющим в своем составе необходимое количество углеводов.

Целью исследований является исследование возможности включения экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек в рецептуру хлебобулочных изделий.

#### Объекты и методы исследования

Объектом исследования является изучение технологии хлебобулочных изделий с использованием муки из экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек. Предметом исследования является мука из экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек, полученная в результате воздействия на смесь зерна пшеницы и виноградных косточек экструзионной обработки, способствующей модификации ингредиентов смеси.

Экструдированная смесь получена с помощью экструдера КМЗ-2У, оснащенного вакуумной камерой. В работе использовали муку из экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек в соотношении 3:1. Внешний вид исходной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек представлен на рисунке 1. Внешний вид экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек в соотношении 3:1 приведен на рисунке 2.



Рис. 1. Внешний вид исходной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек



а)



б)

Рис. 2. Внешний вид экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек в соотношении 3:1: а) – экструдированная смесь; б) – экструдированная смесь на разрезе

Таблица 1 – Рецептúra батонoв нарезных с применением экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек взамен части пшеничной муки

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг мучного сырья, кг			
	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4
Мука пшеничная высшего сорта	100	85	80	75
Экструдированная смесь зерна пшеницы и виноградных косточек	0	15	20	25
Дрожжи хлебопекарные прессованные	1	1	1	1
Соль пищевая	1,5	1,5	1,5	1,5
Сахар белый	4	4	4	4
Масло растительное	0,15	0,15	0,15	0,15
Маргарин с содержанием жира 82%	3,5	3,5	3,5	3,5
Вода, кг	по расчету, исходя из влажности теста, не более 44,0 %			

Полученную экструдированную смесь измельчали на лабораторной мельнице ЛМТ-1 с частотой вращения размольного органа 12000 оборотов в минуту.

Внешний вид экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек на разрезе представляет собой пористую структуру, равномерно распределенную по объекту переработки, сформировавшуюся после выхода из фильеры экструдера. При этом в экструдате наблюдаются редкие мелкие вкрапления необработанных жестких частей прочной кожуры косточек винограда.

Возможность и целесообразность включения экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек в рецептуру хлебобулочных изделий оценивали по органолептическим свойствам хлебобулочных изделий, расчету пищевой и энергетической ценности.

В качестве контрольного образца (прототипа) использовали батон нарезной, изготовленный по традиционной рецептуре и технологии, без внесения муки из экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек. При выполнении работы использованы общепринятые стандартные методы исследований. Пищевую и энергетическую ценность оценивали расчетным методом.

Замес теста производили безопасным способом вручную из всего сырья. Замешенное тесто помещали в термостат для брожения на 60-90 мин. Поддерживали температуру 32 °С и относительную влажность воздуха 80-85 %. После брожения тесто подвергали разделке, формованию тестовых заготовок и расстойке на листах, предварительно смазанных растительным маслом, при температуре 35-70°С и относительной влажности воздуха 80-85 %. Тестовые заготовки выпекали в лабораторной печи при температуре 220-250 °С в течение 20-24 мин. Тесто для опытных образцов готовили влажностью не более 44 % по способу приготовления контрольного образца.

### Результаты и их обсуждение

Экструдированную смесь зерна пшеницы и виноградных косточек применяли в измельченном виде в смеси с пшеничной мукой первого сорта. Объект исследования – хлебобулочное изделие (батон нарезной из пшеничной муки первого сорта). Образцы, служащие в качестве контрольных (образец 1), готовили безопасным способом по традиционной рецептуре [10]. Модельные образцы готовили с заменой 15 % (образец 2), 20,0 % (образец 3) и 25 % (образец 4) пшеничной муки на измельченную экструдированную смесь зерна пшеницы и виноградных косточек в соответствии с рецептурой (таблица 1).

Полученные изделия оценивали по органолептическим показателям (рис. 3).

Установлено, что внесение измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных

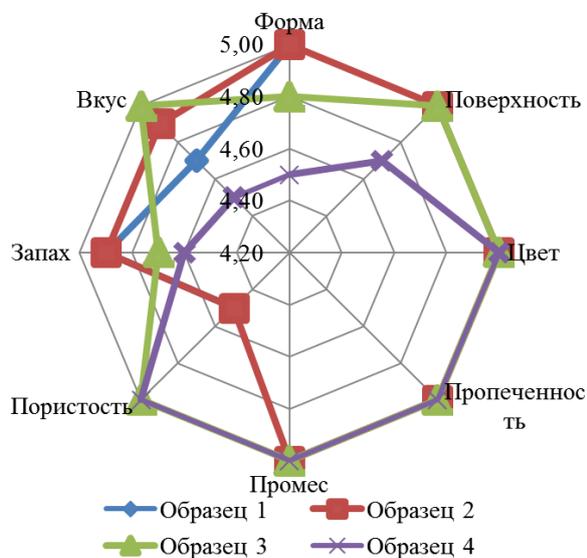


Рис. 3. Органолептические показатели готовых изделий при замене части пшеничной муки на экструдированную смесь зерна пшеницы и виноградных косточек

Таблица 2 – Пищевая и энергетическая ценность батона нарезного с заменой 20 % пшеничной муки на измельченную экструдированную смесь зерна пшеницы и виноградных косточек, г/100 г

Наименование пищевых веществ и энергетическая ценность	Рекомендуемый уровень суточного потребления [11]	Батон нарезной по традиционной рецептуре		Батон нарезной с заменой части пшеничной муки измельченной экструдированной смесью зерна пшеницы и виноградных косточек	
		содержание пищевых веществ в 100 г продукта	степень удовлетворения суточной потребности, %	содержание пищевых веществ в 100 г продукта	степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	75	7,6	10,1	8,2	10,9
Жиры, г	83	3	3,6	3,6	4,3
в т.ч., ПНЖК, г	11	0,4	3,6	0,8	7,3
ω-3 (α-линоленовая), г	1	0,02	2	0,14	14
ω-6 (линолевая), г	10	0,37	3,7	0,65	6,5
Углеводы, г	365	51	14	49,7	13,6
в том числе, сахара, г	65	3,2	4,9	4	6,2
Пищевые волокна, г	30	1,2	4	2,6	8,7
Калий, мг	5000	94	1,9	128	2,6
Магний, мг	400	12	3	34,7	8,7
Фосфор, мг	800	66	8,3	113,3	14,2
ЭЦ, кДж	10467	1143	10,9	1088	10,4
ЭЦ, ккал	2500	273	10,9	260	10,4

косточек взамен пшеничной муки вызвало изменение некоторых показателей сенсорного анализа. Отмечена у образца 1 (контроль) и образца 2 (15 % измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек) лучшая однородность цвета, более равномерная пористость и ровная поверхность с четкими надрезами. Линии продолговато-овальной формы нарушены у образца 3 (20 % экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек). У образца 4 (25 % экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек) отмечено нарушение формы и поверхности (размытость надразов).

Внесение измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек в дозировке 20 и 25 % привело к ухудшению запаха. Образцы с 15 и 20 % измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек характеризуются лучшим вкусом, чем образец 1 (контроль). У образца с 25 % измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек во вкусе присутствует горечь. В результате этот показатель у образца 4 оценен более низкой оценкой, чем контрольный образец.

По показателю «промес» и «пропеченность» все образцы оценены одинаково высокой оценкой. Очевидно, указанные изменения органолептических показателей опытных образцов обусловлены химическим составом и функциональными свойствами измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек.

В результате образец 1 (контроль) характеризует суммарной балловой оценкой – 39,1 балла, образец

2 (15 % измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек) – 39,3 балла, образец 3 (20 % измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек) оценен максимальной суммарной оценкой – 39,5 баллов, образец 4 – (20 % измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек) – 38,3 балла.

Пищевую ценность определяли расчетно-аналитическим методом. Результаты определения пищевой и энергетической ценности батона нарезного с заменой части пшеничной муки измельченной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек, а также степень удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах при употреблении 100 г изделия представлены в таблице 2.

Анализ приведенных результатов свидетельствует о существенном влиянии применяемой экструдированной смесью зерна пшеницы и виноградных косточек в указанном количестве на пищевую ценность готовых изделий. Так, содержание белка в изделиях, приготовленных по модифицированной рецептуре, повысилось (в относительных величинах) на 7,9 %, пищевых волокон – на 117,5 %, калия – на 73,4 %, магния – на 34,6 %, фосфора – на 58,0 %.

Существенно возросла в опытном варианте степень удовлетворения суточной потребности в α-линоленовой кислоте при употреблении 100 г батона – 14,0 %. В контрольном образце батона степень удовлетворения α-линоленовой кислоте в 7 раз ниже – 2,0 %. Степень удовлетворения суточной потребности в линолевой кислоте составляет в опытном образце

6,5 %, что в 1,76 раза выше, чем в контрольном образце (3,7 %).

### Выводы

Основываясь на полученных результатах, при производстве хлебобулочных изделий с приемлемыми сенсорными параметрами, пищевой и энергетической ценностью рекомендуется замена пшеничной муки на 20 % измельченной экструдированной смеси, в составе которой 3 части зерна пшеницы и 1 часть виноградных косточек. Результаты исследования подтверждают возможность обогащения хлебобулочных изделий при внесении изменений в рецептуру и применения экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек.

### Литература

- [1] ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – Введен в действие впервые 01.07.2006. – М.: Стандартинформ, 2005. – 8 с.
- [2] Данович Н.К. Использование нетрадиционного сырья при производстве безглютеновых вафельных хлебцев /Н.К. Данович, И.Б. Красина, О.И. Казьмина //Известия вузов. Пищевая технология. 2015. №1. С. 49-51.
- [3] Samohvalova O., Grevtseva N., Brykova T., Grigorenko A. The effect of grape seed powder on the quality of butter biscuits// Eastern-european journal of enterprise technologies. – 2016. – Т. 3. № 11 (81). – P. 61-66.
- [4] Иманова А.И. Рецептурно-технологические решения при производстве булочки к завтраку с применением продуктов переработки винограда/ А.И. Иманова, М.К. Садыгова // Развитие научного наследия великого ученого на современном этапе //Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джамбулатова (II Том). (г. Махачкала, 17 марта 2021 г.). – Махачкала. – С.523-528.
- [5] Курочкин А.А., Родин М.Н. Применение виноградных косточек в качестве сырья для композитных смесей //Инновационная техника и технология. 2020. № 3 (24). С. 11-16.
- [6] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 B29C47/12. 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.
- [7] Оптимизация состава зернопродуктов при получении пивного сула с использованием экструдированного ячменя/Шабурова Г.В., Курочкин А.А., Воронина П.К., Фролов Д.И.//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 103-109.
- [8] Практические перспективы термопластической экструзии в технологии напитков/П.К. Воронина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 85-88.

### References

- [1] GOST R 52349-2005 Food products. Functional food products. Terms and definitions. - Put into effect for the first time on 01.07.2006. – Moscow: Standartinform, 2005. – 8 p.
- [2] Danovich N.K. The use of unconventional raw materials in the production of gluten-free waffle loaves /N.K. Danovich, I.B. Krasina, O.I. Kazmina //Izvestiya vuzov. Food technology. 2015. No. 1. pp. 49-51.
- [3] Samohvalova O., Grevtseva N., Brykova T., Grigorenko A. The effect of grape seed powder on the quality of butter biscuits// Eastern-european journal of enterprise technologies. – 2016. – Vol. 3. No. 11 (81). – p. 61-66.
- [4] Imanova A.I. Compounding and technological solutions in the production of buns for breakfast with the use of grape processing products/ A.I. Imanova, M.K. Sadygova // Development of the scientific heritage of the great scientist at the present stage // Collection of the international scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the corresponding member of the RASKHN, Honored Scientist of the RSFSR and RD, Professor M.M. Dzhambulatov (Volume II). (Makhachkala, March 17, 2021). – Makhachkala. – pp. 523-528.
- [5] Kurochkin A.A., Rodin M.N. The use of grape seeds as raw materials for composite mixtures //Innovative equipment and technology. 2020. No. 3 (24). pp. 11-16.
- [6] Pat. 2561934 Russian Federation MPK7 B29C47/12. Extruder with vacuum chamber /applicants: G.V. Shaburova, P.K. Voronina, R.V. Shabnov, A.A. Kurochkin, V.A. Avrorov; applicant and patent holder of the Penza State Technical University. - No. 2014125348; application 23.06.2014; publ. 10.09.2015, Bul. No. 25. 7p.
- [7] Optimization of the grain products when you receive wort with the use of extruded barley/Shaburov G. V., Kurochkin, A. A., Voronina P. K., Frolov D. I.//XXI century: results of the past and the present problem is a plus. 2014. № 6 (22). pp. 103-109.
- [8] Practical perspectives thermoplastic extrusion in drinks technology/P.K. Voronina //XXI century: results of the past and the present problem is a plus. 2014. № 6 (22). pp. 85-88.

- [9] Пат. 2579488 Российская Федерация А21D 8/02 (2006.01). Способ производства хлебобулочных изделий /заявители: Шабурова Г.В., Воронина П.К., Курочкин А.А., Фролов Д.И., Шматкова Н.Н.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – №2014146596/13 заявл. 19.11.2014, опубл. 10.04.2016. Бюл. № 10.
- [10] Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат, 1989. – 1080 с.
- [11] Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011 [Электронный ресурс]: Утв. решением комиссии Таможенного союза от 9.12.2011 г. № 881]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320347>.
- [9] Pat. 2579488 Russian Federation A21D 8/02 (2006.01). Method of production of bakery products /applicants: Shaburov G.V., Voronin, K.P., Kurochkin, A.A., Frolov D.I., Shmatkova N.N.; applicant and patent holder of the Federation IN Penza GTU. No 2014146596/13 Appl. 19.11.2014, publ. 10.04.2016. Bull. No. 10.
- [10] A collection of technological instructions for the production of bakery products. – M.: Pressurestat, 1989. – 1080 p.
- [11] Technical Regulations of the Customs Union «Food products in terms of their labeling» TR CU 022/2011 [Electronic resource]: Approved by the decision of the Commission of the Customs Union of 9.12.2011 No. 881]. - Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/902320347>.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Курочкин Анатолий Алексеевич</b>                      доктор технических наук                      профессор кафедры «Пищевые производства»                      ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                      технологический университет»                      440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11                      Тел.: +7(927) 382-85-03                      E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p><b>Kurochkin Anatoly Alekseevich</b>                      D.Sc. in Technical Sciences                      professor at the department of «Food productions»                      Penza State Technological University                      Phone: +7(927) 382-85-03                      E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p><b>Гарькина Полина Константиновна</b>                      кандидат технических наук                      доцент кафедры «Пищевые производства»                      ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                      технологический университет»                      440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11                      Тел.: +7(927) 094-79-49                      E-mail: worolina89@mail.ru</p>	<p><b>Garkina Polina Konstantinovna</b>                      PhD in Technical Sciences                      associate professor at the department of «Food productions»                      Penza State Technological University                      Phone: +7(927) 094-79-49                      E-mail: worolina89@mail.ru</p>
<p><b>Родин Максим Николаевич</b>                      магистрант кафедры «Пищевые производства»                      ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                      технологический университет»                      440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11                      Тел.:                      E-mail:</p>	<p><b>Rodin Maksim Nikolaevich</b>                      undergraduate of the department «Food productions»                      Penza State Technological University                      Phone:                      E-mail:</p>

## Влияние параметров процесса экструзии на водопоглотительную способность зерновых экструдатов

Фролов Д.И., Пияйко П.И.

**Аннотация.** В статье исследовалось влияние температуры, влажности теста и скорости вращения шнека на водопоглотительную способность экструдированных смесей. Все эксперименты по экструзии проводили с использованием одношнекового лабораторного экструдера ЭК-40 (диаметр шнека 40 мм) с использованием фильеры диаметром 3 мм. Статистическая обработка эксперимента была произведена с помощью плана поверхности отклика. В качестве независимых факторов были использованы такие факторы влияния на параметры экструзии как: температура процесса, влажность теста, скорость вращения шнека. Линейные компоненты в значительной степени объясняют большую часть изменений показателя индекса водопоглощения. Наибольшая вариабельность объяснялась температурой процесса для смеси 1. Влажность теста составляла наибольшее количество вариаций для смесей 2 и 3. Максимальные прогнозируемые значения индекса водопоглощения были получены при низких уровнях влажности теста.

**Ключевые слова:** экструзия, пшеничная мука, гречневая мука, смесь, водопоглощение, влажность.

**Для цитирования:** Фролов Д.И., Пияйко П.И. Влияние параметров процесса экструзии на водопоглотительную способность зерновых экструдатов // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 18–22.

## Influence of the parameters of the extrusion process on the water absorption capacity of grain extrudates

Frolov D.I., Piyayko P.I.

**Abstract.** The article investigated the influence of temperature, moisture content of the dough and the speed of rotation of the screw on the water absorption capacity of extruded mixtures. All extrusion experiments were carried out using a single-screw laboratory extruder EK-40 (screw diameter 40 mm) using a die with a diameter of 3 mm. Statistical processing of the experiment was performed using the response surface plan. As independent factors, such factors influencing the extrusion parameters as: process temperature, dough moisture, screw rotation speed were used. Linear components largely explain most of the changes in the water absorption index. The greatest variability was explained by the process temperature for mix 1. The moisture content of the dough was the largest number of variations for mixes 2 and 3. The maximum predicted values of the water absorption index were obtained at low levels of moisture in the test.

**Keywords:** extrusion, wheat flour, buckwheat flour, mix, water absorption, moisture.

**For citation:** Frolov D.I., Piyayko P.I. Influence of the parameters of the extrusion process on the water absorption capacity of grain extrudates. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 18–22. (In Russ.).

### Введение

Интерес к гречке как к разнообразному и натуральному продукту в последнее время возрастает. Белки гречихи - один из наиболее известных источников высокой биологической ценности. Аминокислотный состав гречихи хорошо сбалансирован и по питательности превосходит таковой у других злаков. Белки гречихи содержат более высокий

процент лизина (6%), чем зерновые злаки (2,4-4%). Из-за высокого содержания сырой клетчатки и дубильных веществ истинная усвояемость белка в цельном зерне гречихи относительно низкая. Однако шелушение зерна гречихи повысило его истинную усвояемость до 89%. Белки гречихи испытывают дефицит метионина, но при смешивании с белками кукурузы или казеином их биологическая ценность возрастает. Ингибиторы трипсина присут-

ствуют в зерне гречихи, и их активность исчезает во время прорастания семян. Разные исследователи сообщали о присутствии ингибиторов трипсина и химотрипсина в трех формах, две из которых были термостабильными, а одна - термолабильной.

Ранее были описано производство кукурузно-гречневых хлопьев методом экструзионной варки. Использовали рецептуры с добавлением 18, 22 и 30% гречневой муки. Наилучшие органолептические свойства дала добавка 30% гречневой муки [1, 2, 3].

Соотношение затрат и выгод экструзионной технологии дает производителям, переработчикам и потребителям более широкий выбор за счет увеличения разнообразия ингредиентов, используемых в зерновых продуктах, включая гречку [3].

Целью исследования был анализ технологических параметров процесса экструзии на водопоглощающую способность экструдированных смесей.

### Объекты и методы исследования

Кукурузная мука, гречневая мука, пшеничная мука и обезжиренное сухое молоко закупались на местном рынке или магазине.

Предварительные экспериментальные испытания экструзии проводились со смесями, включающими 25-60% кукурузной муки, 30-100% гречневой муки, 40-60% пшеничной муки и 5-10% обезжиренного сухого молока. Обезжиренное сухое молоко было добавлено для улучшения питательных качеств и вкуса, а также функциональности смесей. Были выбраны три смеси (гречишная мука : пшеничная мука : обезжиренное сухое молоко): смесь 1 – 55:40:5; смесь 2 – 40:55:5 и смесь 3 – 30:60:10. Перед экструзией, смеси перемешивали в течение 20 мин в смесителе.

Таблица 2 – Дисперсионный анализ для соответствия экспериментальных данных моделям поверхности отклика

Зависимая переменная	Множеств R	Множеств R2	Скоррект R2	F	p
WAI	0,959	0,919	0,917	320,6	0

Коэффициенты

	EI - Парам.	EI - Ст. Ош.	EI - t	EI - p
Св.член	-27,766	2,661	-10,435	0
W	-0,412	0,076	-5,448	0
W <sup>2</sup>	-0,007	0,002	-4,086	0,000
T	0,061	0,011	5,632	0
T <sup>2</sup>	0	0,000	0,259	0,796
S	0,225	0,017	13,219	0
S <sup>2</sup>	-0,000	0,000	-16,062	0
W*T	-0,003	0,000	-11,270	0
W*S	0,003	0,000	21,203	0
T*S	0	0,000	-3,163	0,002

Таблица 1- Предварительный анализ сырья

Образец	Влажность (%)	Белок (%)	Жир (%)	Зола (%)
Гречневая мука	11,02	10,03	2,02	1,64
Кукурузная мука	11,43	8,37	1,02	0,6
Пшеничная мука	11,81	13,21	0,93	0,47
Обезжиренное сухое молоко	3,04	35,82	0,42	-

Все эксперименты по экструзии проводили с использованием одношнекового лабораторного экструдера ЭК-40 (диаметр шнека 40 мм) с использованием фильеры диаметром 3 мм.

Условия работы экструдера были выбраны из факторных комбинаций параметров: температуры процесса (95-150 °С), влажности теста (15-22%) и скорости вращения шнека (260-390 об/мин). Параметры экструзии и их уровни в плане эксперимента представлены в таблице 1. После экструзии материал сушили в сушилке периодического действия с принудительной подачей воздуха при 50 °С в течение 18 часов. Экструдированный материал охлаждали до комнатной температуры и хранили при 20 °С в пластиковых пакетах для дальнейшего анализа.

Влажность теста и содержание белка, сырого жира и золы определяли согласно утвержденным методам. При выполнении работы были использованы общепринятые стандартные методы исследований.

Индекс водопоглощения определяли следующим образом: 2,5 грамма измельченного образца растворяли в 30 мл дистиллированной воды, перемешивали и затем центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 минут. Супернатант отделяли и сушили на плите, затем сушили при 105 °С в печи с горячим воздухом до постоянного веса [7]. Индекс водопоглощения (WAI) был рассчитан по уравнению:

$$WAI = \frac{P_o}{P_s} \quad (1)$$

где WAI – индекс водопоглощения, г/г;

P<sub>o</sub> – масса осадка, г;

P<sub>s</sub> – сухой вес экструдата, г;

Центральное композиционное планирование эксперимента использовалось для оценки влияния переменной процесса экструзии на температуру процесса (T), влажность теста (W) и скорость вращения шнека (N).

Программы Statistica 10 и OriginPro были использованы для составления плана эксперимента, проведения статистического анализа и использовались для разработки, оценки эффектов и получения поверхностей отклика.

Таблица 3 – План эксперимента и полученные экспериментальные данные

№	Т			W			N			WAI 1	WAI 2	WAI 3
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3			
1.	105	120	110	19	16	16	280	330	280	4,508	5,085	5,1
2.	105	120	110	19	16	16	320	370	320	5,057	3,534	5,301
3.	105	120	110	21	18	18	280	330	280	4,037	4,876	4,675
4.	105	120	110	21	18	18	320	370	320	4,813	3,552	5,103
5.	125	140	130	19	16	16	280	330	280	4,25	4,991	5,045
6.	125	140	130	19	16	16	320	370	320	4,765	3,406	5,212
7.	125	140	130	21	18	18	280	330	280	3,645	4,648	4,486
8.	125	140	130	21	18	18	320	370	320	4,387	3,29	4,88
9.	115	130	120	20	17	17	300	350	300	4,612	4,352	5,155
10.	115	130	120	20	17	17	300	350	300	4,612	4,352	5,155
11.	95	110	100	20	17	17	300	350	300	4,958	4,534	5,297
12.	135	150	140	20	17	17	300	350	300	4,273	4,177	5,019
13.	115	130	120	18	15	15	300	350	300	5,01	4,488	5,507
14.	115	130	120	22	19	19	300	350	300	4,161	4,163	4,749
15.	115	130	120	20	17	17	260	310	260	3,273	5,113	4,163
16.	115	130	120	20	17	17	340	390	340	4,564	2,203	4,758

T - температура процесса, °C; W - влажность теста; N – скорость шнека (об/мин); WAI 1, WAI 2, WAI 3 – индекс водопоглощения экструдата смеси 1, 2 ил 3; C1, C2, C3 – Смесь 1, 2 и 3.

Предварительный анализ сырья, используемого в смесях представлен в таблице 1.

### Результаты и их обсуждение

Независимыми переменными, выбранными для эксперимента, были: температура процесса (Т) – 95-150 °C; влажность теста (W) – 15-22%; скорость вращения шнека (N) – 260-390 об/мин.

Переменной отклика являлся индекс водопоглощения (WAI).

Все параметры показали высокую адекватную точность. Достаточно хороший коэффициент детерминации R2 показал, что разработанные модели оказались адекватными. Дисперсионный анализ для соответствия экспериментальных данных моделям поверхности отклика приведен в таблице 2.

План эксперимента и полученные данные индекса расширения экструдата (EI) показаны в таблице 3.

Значения водопоглощения составляли от 3,8 до 5,18 г воды на грамм сухого образца для смеси 1. Диапазоны для смесей 2 и 3 были аналогичными (3,98-4,76 и 3,69-4,70 соответственно). Прямое сравнение значений водопоглощения в литературе затруднено из-за различий в условиях обработки и используемом сырье. Значения водопоглощения в литературе колеблются от 4,1 до 6,4 для кукурузной муки и от 8 до 11 для пшеничного крахмала. Как правило, модели поверхности отклика, применяемые к водопоглощению, плохо подходят, при этом лучшие модели для смесей 1 и 3 являются базовой моделью первого порядка. Лучшая модель для смеси 2 имеет только три члена, причем линейный

член для скорости вращения шнека заменен квадратичным членом для температуры процесса. Только модель смеси 3, по-видимому, обладает хорошей предсказательной способностью, что подтверждается коэффициентом детерминации R2 прогнозного значения равного 0,87.

Контурные графики показали, что более низкие значения водопоглощения связаны с высокой влажностью теста для всех трех смесей (рис. 1). Сравнение графиков индекса расширения, полученных в аналогичном исследовании, с соответствующими графиками водопоглощения позволило предположить, что более высокие значения индекса расширения были связаны с высоким водопоглощением. Это подтверждается относительно высокой корреляцией между этими двумя измерениями качества, особенно для смесей 1 и 3. Контурные графики предполагают, что экструдаты смеси 1 и 3 с высоким индексом расширения также были более пористыми, о чем свидетельствуют высокие значения водопоглощения. Количество воды, абсорбированной измельченным экструдатом, использовалось как косвенная оценка пористости материала. По мере увеличения пористости экструдированного материала водопоглощение также будет увеличиваться. В экструдированных хлопьях для завтрака желательна низкая скорость водопоглощения для сохранения хрусткости, в то время как в закусовых продуктах также важны другие свойства текстуры, такие как ощущение во рту и твердость.

Водопоглощение экструдированных продуктов можно интерпретировать на основе взаимодействий крахмал-вода-белок, которые определяют твердофазную структуру. Водопоглощение обычно

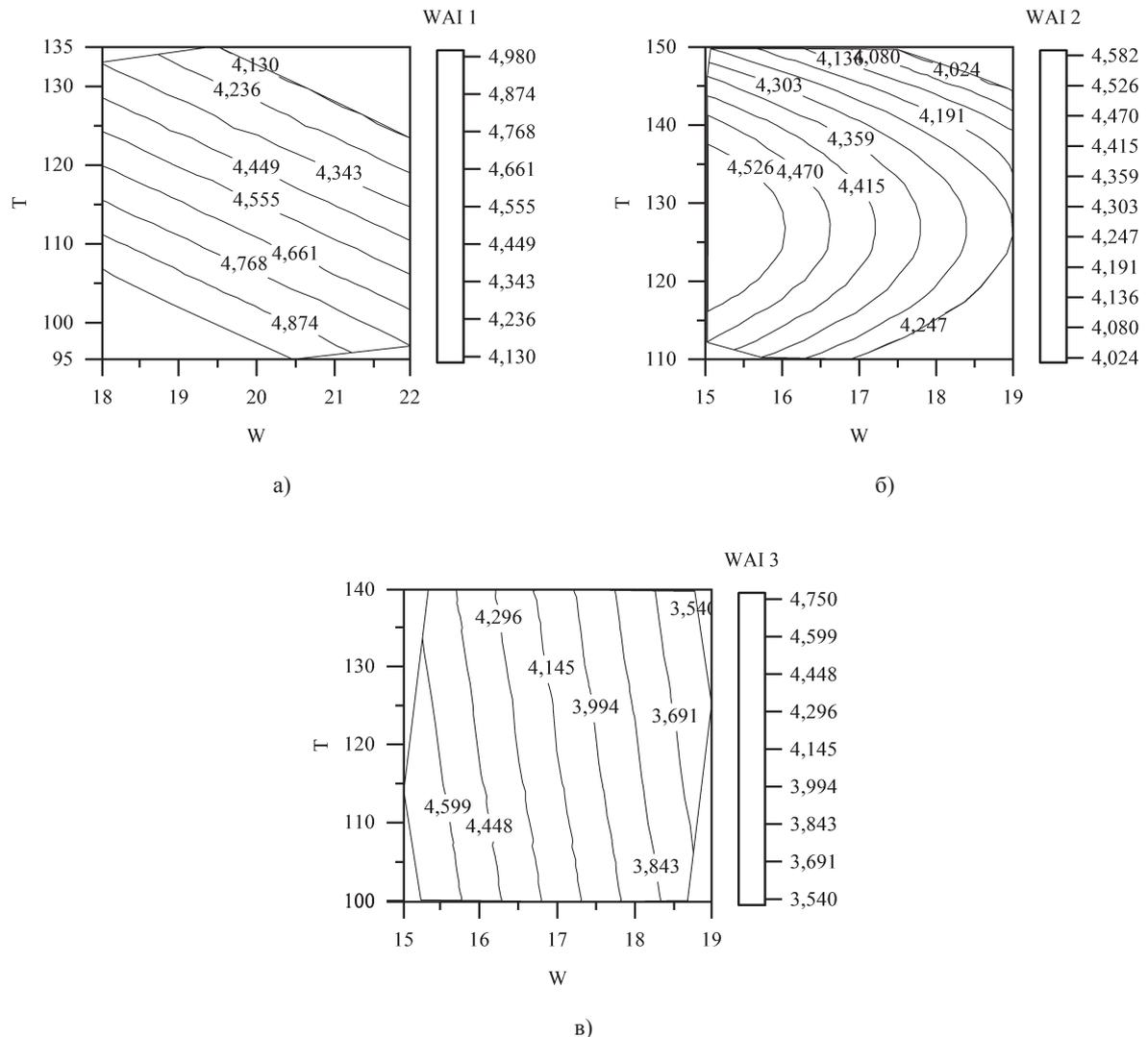


Рис. 1. Контурные графики индекса водопоглощения экструдата (а) WAI 1, б) WAI 2, в) WAI 3) в зависимости от влажности теста, температуры процесса и скорости вращения шнека для трех смесей

приписывают диспергированию крахмала в избытке воды, и дисперсия увеличивается за счет степени повреждения крахмала из-за желатинизации и фрагментации, вызванной экструзией, то есть снижения молекулярной массы молекул амилозы и амилопектина. В экструдированной пшеничной муке фрагментация крахмала происходила в большей степени, чем в кукурузной муке. Основной уменьшенной фракцией был амилопектин, молекулярная масса которого снизилась с 107-108 до 105-107. Среди других факторов, влияющих на водопоглощение, - тип белков, степень денатурации и количество присутствующей клетчатки. Содержание растворимой и нерастворимой клетчатки в используемом сырье

составляло 1,16 и 2,56% для гречневой муки и 0,50 и 1,43% для пшеничной муки.

### Выводы

Влияние трех переменных процесса (температура процесса, влажность теста и скорость шнека) на качество экструзии трех смесей, содержащих гречку, показало, что компонент линейного члена на этих факторов объясняет большинство наблюдаемых изменений. Наибольшей изменчивостью переменных отклика в смеси 1 была температура процесса, в то время как в смесях 2 и 3 эта изменчивость была вызвана в основном влажностью теста.

### Литература

- [1] Effect of partial substitution of buckwheat on cooking characteristics, nutritional composition, and in vitro starch digestibility of extruded gluten-free rice noodles / M. Fu [et al.] // LWT. 2020. Vol. 126. P. 109332.

### References

- [1] Effect of partial substitution of buckwheat on cooking characteristics, nutritional composition, and in vitro starch digestibility of extruded gluten-free rice noodles / M. Fu [et al.] // LWT. 2020. Vol. 126. P. 109332.

- [2] Mineral bio-accessibility and intrinsic saccharides in breakfast flakes manufactured from sprouted wheat / E. Lemmens [et al.] // LWT. 2021. Vol. 143. P. 111079.
- [3] A review of extrusion-modified underutilized cereal flour: chemical composition, functionality, and its modulation on starchy food quality / Q. Wang, L. Li, T. Wang, X. Zheng // Food Chemistry. 2022. Vol. 370. A review of extrusion-modified underutilized cereal flour. P. 131361.
- [4] Effect of improved extrusion cooking technology on structure, physiochemical and nutritional characteristics of physically modified buckwheat flour: Its potential use as food ingredients / W. Cheng [et al.] // LWT. 2020. Vol. 133. Effect of improved extrusion cooking technology on structure, physiochemical and nutritional characteristics of physically modified buckwheat flour. P. 109872.
- [2] Mineral bio-accessibility and intrinsic saccharides in breakfast flakes manufactured from sprouted wheat / E. Lemmens [et al.] // LWT. 2021. Vol. 143. P. 111079.
- [3] A review of extrusion-modified underutilized cereal flour: chemical composition, functionality, and its modulation on starchy food quality / Q. Wang, L. Li, T. Wang, X. Zheng // Food Chemistry. 2022. Vol. 370. A review of extrusion-modified underutilized cereal flour. P. 131361.
- [4] Effect of improved extrusion cooking technology on structure, physiochemical and nutritional characteristics of physically modified buckwheat flour: Its potential use as food ingredients / W. Cheng [et al.] // LWT. 2020. Vol. 133. Effect of improved extrusion cooking technology on structure, physiochemical and nutritional characteristics of physically modified buckwheat flour. P. 109872.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Фролов Дмитрий Иванович</b> кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> +7(937) 408-35-28 <b>E-mail:</b> surr@bk.ru</p>	<p><b>Frolov Dmitriy Ivanovich</b> PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(937) 408-35-28 <b>E-mail:</b> surr@bk.ru</p>
<p><b>Пияйко Павел Игоревич</b> студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> <b>E-mail:</b> p.a.v.e.l_p@mail.ru</p>	<p><b>Piyayko Pavel Igorevich</b> student of the department «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> <b>E-mail:</b> p.a.v.e.l_p@mail.ru</p>

## Изменение прочности на разрыв зерновых экструдатов при разных условиях экструзии

*Фролов Д.И., Кручинина Н.Э.*

**Аннотация.** В статье рассматривалось влияние технологических параметров экструзии (температуры, влажности теста и скорости вращения шнека) на конечные показатели экструдированных смесей (прочность на разрыв экструдата). Для проведения исследований использовался одношнековый лабораторный экструдер ЭК-40 (диаметр шнека 40 мм, диаметр фильеры матрицы 3 мм). Статистическая обработка эксперимента была произведена с помощью комбинированного ротатбельного плана поверхности отклика. В качестве независимых факторов были использованы факторы влияния на параметры экструзии: температура процесса (Т), влажность теста (W), скорость вращения шнека (N). Переменной отклика являлась прочность на разрыв (BSI). Взаимодействие влажности теста и скорости вращения шнека значительно повлияло на прочность на разрыв смеси 1. Высокие значения прочности на разрыв экструдата, для смеси 2 наблюдались при низкой влажности и экстремальных (низких и высоких) температурах процесса.

**Ключевые слова:** экструзия, мука, смесь, прочность на разрыв, зерно, скорость вращения шнека.

**Для цитирования:** Фролов Д.И., Кручинина Н.Э. Изменение прочности на разрыв зерновых экструдатов при разных условиях экструзии // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 23–27.

## Change in tensile strength of grain extrudates under different extrusion conditions

*Frolov D.I., Kruchinina N.E.*

**Abstract.** The article considered the influence of the technological parameters of extrusion (temperature, moisture content of the dough and the speed of rotation of the screw) on the final indicators of extruded mixtures (tensile strength of the extrudate). A single-screw laboratory extruder EK-40 (screw diameter 40 mm, die diameter 3 mm) was used for the research. Statistical processing of the experiment was performed using a combined rotatable response surface plan. The factors influencing the extrusion parameters were used as independent factors: process temperature (T), dough moisture (W), screw rotation speed (N). The response variable was the tensile strength (BSI). The interaction between the moisture content of the dough and the speed of rotation of the screw significantly influenced the tensile strength of mix 1. High values of the extrudate tensile strength, for mix 2, were observed at low humidity and extreme (low and high) process temperatures.

**Keywords:** extrusion, flour, mix, tensile strength, grain, screw speed.

**For citation:** Frolov D.I., Kruchinina N.E. Change in tensile strength of grain extrudates under different extrusion conditions. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 23–27. (In Russ.).

### Введение

Гречневая мука в некоторых странах используется для приготовления лапши из цельной гречихи или смеси 10-50% с пшеничной мукой. В странах Восточной Европы гречневая крупа используется в качестве жареной крупы (каши). Крупа, пригото-

ленная из круп, используются для завтрака и каш, а также в качестве загустителей.

Ранее исследователи сообщали о влиянии температуры экструзии на химические и физико-химические свойства крахмалов и на образование комплексов крахмал-белок и крахмал-липид в экструдированных смесях, содержащих гречневую

муку, гречиху, ячмень и кукурузный крахмал, и 25 % молочных белков [1, 2, 3]. Комплексы крахмал-белок, образующиеся при экструзии, играют важную роль в стабильности пористой структуры экструдированных продуктов, содержащих гречишный крахмал.

Были изучено влияние процесса экструзии (одношнекового типа) на питательную ценность белков из гречневой муки. Экструзия при 100 °С и 120 °С привела к небольшому, но статистически значимому ( $P < 0,05$ ) увеличению кажущейся и истинной усвояемости гречишного белка. Оптимизация режимов экструзии позволит сохранить качество готовой продукции, повысить пищевую ценность и придать продуктам профилактические свойства [4].

Целью этого исследования было оценить влияние температуры, влажности теста и скорости вращения шнека на качество смесей на основе гречихи, в частности прочности на разрыв, полученных с помощью одношнекового экструдера, с использованием плана поверхности отклика.

### Объекты и методы исследований

В качестве сырья для смесей были использованы: кукурузная, гречневая и пшеничная мука, также обезжиренное сухое молоко, которые закупались на рынке и в магазине.

Экспериментальные исследования проводились со смесями, включающими 25-60% кукурузной муки, 30-100% гречневой муки, 40-60% пшеничной муки и 5-10% обезжиренного сухого молока. Обезжиренное сухое молоко было добавлено для улучшения питательных качеств и вкуса, а также функциональности смесей. Были выбраны три смеси (гречишная мука : пшеничная мука : обе-

зжиренное сухое молоко): смесь 1 – 55:40:5; смесь 2 – 40:55:5 и смесь 3 – 30:60:10.

Перед экструзией, смеси перемешивали в течение 20 мин в смесителе. Все эксперименты по экструзии проводили с использованием одношнекового лабораторного экструдера ЭК-40 (диаметр шнека 40 мм) с использованием фильеры диаметром 3 мм. Условия работы экструдера были выбраны из факторных комбинаций параметров: температуры процесса (95-150 °С), влажности теста (15-22%) и скорости вращения шнека (260-390 об/мин).

Параметры экструзии и их уровни в плане эксперимента представлены в таблице 1. После экструзии материал сушили в сушилке периодического действия с принудительной подачей воздуха при 50 °С в течение 18 часов. Экструдированный материал охлаждали до комнатной температуры и хранили при 20 °С в пластиковых пакетах для дальнейшего анализа.

Влажность теста и содержание белка, сырого жира и золы определяли согласно утвержденным методам [5]. При выполнении работы были использованы общепринятые стандартные методы исследований.

Усилие, необходимое для определения сдвига экструдата, регистрировали с помощью универсальной испытательной машины. Экструдаты подвергали испытанию и измеряли пиковое усилие. Скорректированная прочность на разрыв экструдата ( $H/cm^2$ ) была рассчитана путем деления силы сдвига на общую площадь поперечного сечения экструдата, подвергнутого сдвигу. Каждое значение представляло собой среднее значение 10 независимых измерений.

Центральный составной план второго порядка использовался для сбора данных в 16 различных

Таблица 1 – План эксперимента и полученные экспериментальные данные

№	Кодирование факторов			T			W			N		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1.	-1	-1	-1	105	120	110	19	16	16	280	330	280
2.	-1	-1	1	105	120	110	19	16	16	320	370	320
3.	-1	1	-1	105	120	110	21	18	18	280	330	280
4.	-1	1	1	105	120	110	21	18	18	320	370	320
5.	1	-1	-1	125	140	130	19	16	16	280	330	280
6.	1	-1	1	125	140	130	19	16	16	320	370	320
7.	1	1	-1	125	140	130	21	18	18	280	330	280
8.	1	1	1	125	140	130	21	18	18	320	370	320
9.	-1,68	0	0	115	130	120	20	17	17	300	350	300
10.	1,68	0	0	115	130	120	20	17	17	300	350	300
11.	0	-1,68	0	95	110	100	20	17	17	300	350	300
12.	0	1,68	0	135	150	140	20	17	17	300	350	300
13.	0	0	-1,68	115	130	120	18	15	15	300	350	300
14.	0	0	1,68	115	130	120	22	19	19	300	350	300
15.	0	0	0	115	130	120	20	17	17	260	310	260
16.	0	0	0	115	130	120	20	17	17	340	390	340

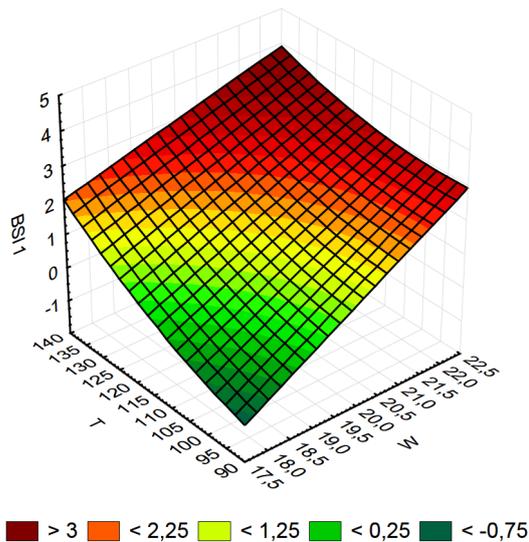


Рис. 1. 3М График поверхности для BSI 1 и W и T

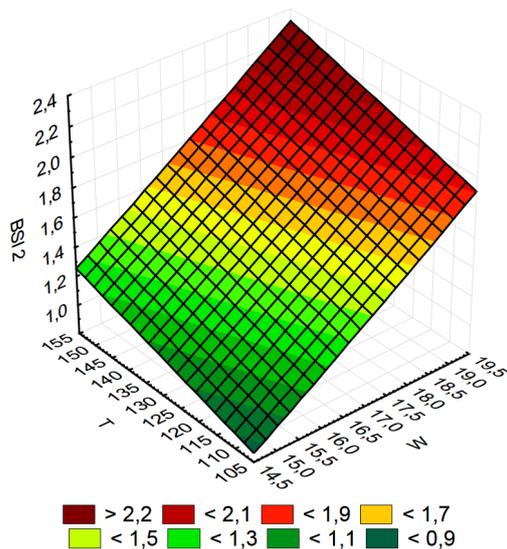


Рис. 2. 3М График поверхности для BSI 2 и W и T

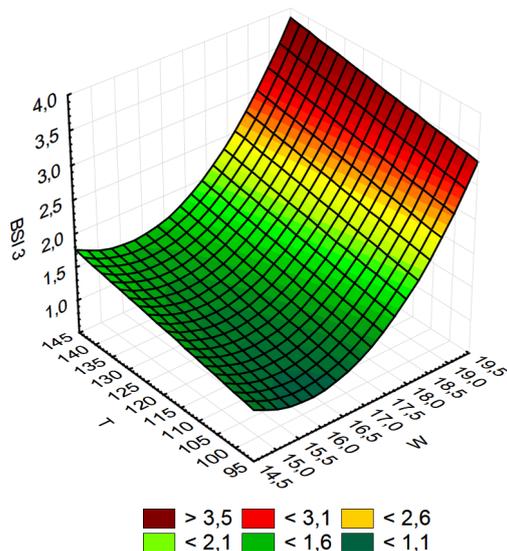


Рис. 3. 3М График поверхности для BSI 3 и W и T

расчетных точках (восемь точек для 23-х факторных частей куба, шесть центральных точек и две звездных точек). Каждую смесь обрабатывали в условиях экструзии, более подходящих для этой конкретной смеси, и условия варьировались между смесями. Центральное композиционное планирование эксперимента было использовано для оценки влияния переменных процесса экструзии на температуру процесса (T), влажность теста (W) и скорость вращения шнека (N).

Программы Statistica 10 и OriginPro были использованы для составления плана эксперимента, проведения статистического анализа и использовались для разработки, оценки эффектов и получения поверхностей отклика.

### Результаты и их обсуждение

Независимыми переменными, выбранными для эксперимента, были: температура процесса (T) – 95-150 °С; влажность теста (W) – 15-22%; скорость вращения шнека (N) – 260-390 об/мин.

Переменной отклика являлась прочность на разрыв (BSI).

Все полученные уравнения показали высокую адекватную точность. Достаточно хороший коэффициент детерминации R<sup>2</sup> показал, что разработанные модели оказались адекватными. Были получены уравнения регрессии для экструдированных смесей 1, 2 и 3, где x соответствует влажности теста (W), y соответствует температуре процесса экструзии (T):

$$BSI\ 1 = -25,8413 + 1,5432 \cdot x + 0,0713 \cdot y - 0,0018 \cdot x^2 - 0,0078 \cdot x \cdot y + 0,0005 \cdot y^2$$

$$BSI\ 2 = -2,4647 + 0,1495 \cdot x + 0,007 \cdot y + 0,0015 \cdot x^2 + 8,3192E-5 \cdot x \cdot y - 1,1989E-6 \cdot y^2$$

$$BSI\ 3 = 566 - 5,1368 \cdot x + 0,0081 \cdot y + 0,1628 \cdot x^2 + 0,0001 \cdot x \cdot y - 5,911E-8 \cdot y^2$$

План эксперимента и полученные данные прочности на разрыв экструдата (BSI) показаны в таблице 3.

Наблюдаемые значения прочности на разрыв смесей 1 и 3 были относительно близкими в пределах 1-3 Н/см<sup>2</sup>. Смесь 2 имеет гораздо более узкий диапазон 1,18–2,04 Н/см<sup>2</sup>. Модели смесей 1 и 2 дали значения прогноза коэффициента детерминации R<sup>2</sup> < 0,5, что свидетельствует о том, что эти модели не могут хорошо прогнозировать новые данные. Влажность теста оказалась наиболее влиятельной переменной экструзии при определении прочности на разрыв для смесей 2 и 3, тогда как скорость шнека была более важной для смеси 1.

Высокие значения индекса расширения для смеси 1 наблюдались при низкой влажности теста, низкой температуре процесса и относительно высокой скорости вращения шнека. Графики для смеси 1 предполагают, что эта область связана с низкими прогнозируемыми значениями прочности на разрыв (рис. 1). Высокие значения прочности на разрыв наблюдаются при высокой влажности теста

и высокой температуре процесса. Как правило, значения прочности на разрыв смеси 1 предполагают область с низкой влажностью и температурой, с более хрустящими характеристиками. Более высокая влажность и температура обычно приводили к получению экструдата смеси 1 с увеличивающимися характеристиками хрусткости.

Высокие значения индекса расширения для смеси 2 наблюдались при низкой влажности и экстремальных (низких и высоких) температурах процесса. Хотя уравнение, изображающее график, имело ограниченные возможности прогнозирования, значения прочности на разрыв смеси 2 были относительно низкими в этой области пространства. Это говорит о том, что продукт, полученный с высоким индексом расширения, будет скорее хрустящим, чем нет, что было подтверждено фактическим тестированием экструдатов. Смесь 3 демонстрирует аналогичную картину с относительно низкой прочностью на разрыв, связанной с желательными значениями индекса расширения. Отрицательная связь между индексом расширения и прочностью на разрыв подтверждается коэффициентами корреляции.

Исследователями сообщается, что прочность на разрыв зависит от структуры клетки, то есть от размера клетки и толщины стенки клетки. Высокие значения прочности на разрыв обычно связаны с большими ячейками с более толстыми стенками ячеек, создающими хрустящую текстуру. Низкие значения прочности на разрыв обычно связаны с

большим количеством мелких ячеек на единицу площади с более тонкими стенками ячеек, что приводит к хрустящей текстуре. Среди факторов, влияющих на хрусткость, - способность разорвать клеточные стенки продукта, что коррелирует с общей приложенной энергией (термической и механической). Данный фактор определяет форму клеточных стенок, то есть аморфный материал по сравнению с организованным материалом клеточной стенки. В продуктах из вспученного риса влажность теста считается наиболее важным фактором, влияющим на хрусткость, объемную плотность, твердость и внешний вид. Рисунок 1 показывает, что, как правило, влажность теста оказывала более сильное влияние на прочность на разрыв, чем температура процесса для продуктов, содержащих кукурузную муку (смеси 2 и 3).

### Выводы

Взаимодействие влажности теста и скорости вращения шнека значительно повлияло на прочность на разрыв смеси 1. Высокие значения прочности на разрыв экструдата, для смеси 2 наблюдались при низкой влажности и экстремальных (низких и высоких) температурах процесса. Использование гречневой муки в экструдированных закусках и готовых к употреблению сухих завтраках предлагает желаемое изменение вкуса и может использовать преимущества питательных качеств гречихи.

### Литература

- [1] Effects of different milling methods on physicochemical properties of common buckwheat flour / D. Yu [et al.] // LWT. 2018. Vol. 92. P. 220–226.
- [2] Nikolić N., Sakač M., Mastilović J. Effect of buckwheat flour addition to wheat flour on acylglycerols and fatty acids composition and rheology properties : Innovative baking technologies: new starches, functional bread and cereal products // LWT - Food Science and Technology. 2011. Vol. 44. № 3. P. 650–655.
- [3] Sensory attributes and physicochemical features of corn snacks as affected by different flour types and extrusion conditions / A. Peška [et al.] // LWT - Food Science and Technology. 2016. Vol. 72. P. 26–36.
- [4] Бакуменко О.Е., Алексеенко Е.В., Рубан Н.В. Возможности использования сублимированных растительных порошков при производстве зерновых экструдированных продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 1. С. 116–129.
- [5] Шабурова Г.В., Воронина П.К., Шешницан И.Н. Влияние экструзионной обработки на химический состав и функционально-технологические свойства семян тыквы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 55–59.

### References

- [1] Effects of different milling methods on physicochemical properties of common buckwheat flour / D. Yu [et al.] // LWT. 2018. Vol. 92. P. 220–226.
- [2] Nikolić N., Sakač M., Mastilović J. Effect of buckwheat flour addition to wheat flour on acylglycerols and fatty acids composition and rheology properties : Innovative baking technologies: new starches, functional bread and cereal products // LWT - Food Science and Technology. 2011. Vol. 44. № 3. P. 650–655.
- [3] Sensory attributes and physicochemical features of corn snacks as affected by different flour types and extrusion conditions / A. Peška [et al.] // LWT - Food Science and Technology. 2016. Vol. 72. P. 26–36.
- [4] Bakumenko O.E., Alekseenko E.V., Ruban N.V. Possibilities of using sublimated plant powders in the production of grain extruded products // Storage and processing of agricultural raw materials. 2019. No. 1. P. 116–129.
- [5] Shaburova G.V., Voronina P.K., Sheshnitsan I.N. Influence of extrusion processing on the chemical composition and functional and technological properties of pumpkin seeds // Izvestia of the Samara State Agricultural Academy. 2016. No. 4. P. 55–59.

## Сведения об авторах

## Information about the authors

<p><b>Фролов Дмитрий Иванович</b> кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> +7(937) 408-35-28 <b>E-mail:</b> surr@bk.ru</p>	<p><b>Frolov Dmitriy Ivanovich</b> PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(937) 408-35-28 <b>E-mail:</b> surr@bk.ru</p>
<p><b>Кручинина Наталья Эдуардовна</b> аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> +7(962) 473-86-96 <b>E-mail:</b> kruchininane@gmail.com</p>	<p><b>Kruchinina Natalia Eduardovna</b> postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(962) 473-86-96 <b>E-mail:</b> kruchininane@gmail.com</p>

## Плоды калины как источник функциональных пищевых ингредиентов

*Шабурова Г.В., Павлова А.О.*

**Аннотация.** Приведен анализ работ отечественных и зарубежных исследователей, систематизированы и обобщены результаты научных исследований калины, как потенциального источника функциональных пищевых ингредиентов (ФПИ) в технологии обогащенных и функциональных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, являющихся продуктами питания массового потребления населением Российской Федерации.

**Ключевые слова:** калина, хлебобулочные изделия, мучные кондитерские изделия, модификация рецептур.

**Для цитирования:** Шабурова Г.В., Павлова А.О. Плоды калины как источник функциональных пищевых ингредиентов // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 28–31.

## Viburnum fruits as a source of functional food ingredients

*Shaburova G.V., Pavlova A.O.*

**Abstract.** An analysis of the works of domestic and foreign researchers is given, the results of scientific research on viburnum as a potential source of functional food ingredients in the technology of enriched and functional bakery and flour confectionery products, which are food products of mass consumption by the population of the Russian Federation, are systematized and summarized.

**Keywords:** viburnum, bakery products, flour confectionery, modification of recipes.

**For citation:** Shaburova G.V., Pavlova A.O. Viburnum fruits as a source of functional food ingredients. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 28–31. (In Russ.).

### Введение

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» правительству Российской Федерации необходимо обеспечить, среди прочих задач, «формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек».

Проводимыми в стране исследованиями установлено недостаточное обеспечение рациона питания населения пищевыми волокнами (ПВ), полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), витаминами и минеральными веществами в сравнении с рекомендуемыми нормами суточного потребления [1, 2].

Решение задачи обеспечения населения продуктами здорового питания, сбалансированными по пищевым нутриентам, относится к приоритетным направлениям деятельности отраслей пище-

вой промышленности, выпускающим продукцию массового потребления (хлебобулочные, мучные кондитерские, молочные и мясные изделия), предназначенную для сохранения и улучшения здоровья населения [3]. С этой целью применяют добавки растительного происхождения с уникальным химическим составом и возможностью комплексного обогащения мучных изделий эссенциальными нутриентами. Одной из таких добавок являются плоды калины, содержащие комплекс ФПИ.

Целью работы являлся сбор, анализ и систематизация результатов исследований химического состава плодов калины, как перспективного источника ФПИ.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись научные данные отечественных и зарубежных источников информации. Применяли методы анализа, синтеза, систематизации и обобщения.

## Результаты и их обсуждение

В последнее время заметен интерес разработчиков рецептур мучных кондитерских и хлебобулочных изделий к поиску нетрадиционных видов местного растительного сырья в качестве источников ФПИ. Наряду с другими видами сырья, определенный научный и практический интерес представляют плоды калины для создания обогащенных мучных кондитерских и хлебобулочных изделий. Калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.) распространена почти по всей территории Восточно-Европейской равнины. Плоды калины характеризуются противовоспалительными, гипотензивными, спазмолитическими, антибактериальными, диуретическими свойствами.

Пищевая ценность плодов калины обусловлена уникальным химическим составом, что, в свою очередь, зависит от региона произрастания.

Ягоды калины обыкновенной содержат, в среднем, до 9% сахаров. Наибольшая доля сухих веществ представлена моно- и дисахаридами, обуславливающими, наряду с другими биологически активными соединениями, вкус плодов калины и продуктов питания, полученных с их применением. При этом, в плодах калины доминирующими являются глюкоза и фруктоза, практически полностью усваиваемые организмом человека [4].

Кроме этого, химический состав порошков плодов калины содержит 0,4-0,9 % пектиновых веществ, обладающих желирующей способностью [5]. Плоды калины содержат такие минеральные вещества, как кальций (36,5 мг/100 г), калий (38,5 мг/100 г), магний (14,5 мг/100 г), медь (0,083 мг/100 г), фосфор (96,7 мг/100 г), железо (5,1 мг/100 г), марганец (0,84 мг/100 г), йод (0,09 мг/100 г) и другие [6]. В плодах высоко содержание витамина С (35-50 мг/100 г), витамина Е (2 мг/100 г), витамина В9 (3 мг/100 г) [7]. Содержание каротиноидов с преобладанием β-каротина находится на уровне 1,4-2,5 мг в 100 г. В плодах калины присутствуют органическими кислотами – щавелевая, яблочная, янтарная, муравьиная, лимонная и другие [8, 9].

Кроме вышеуказанных соединений, в калине обыкновенной содержатся ПНЖК (линолевая, линоленовая) [4].

Существенное значение плоды калины имеют как источник растворимых пищевых волокон. Степень удовлетворения суточной потребности в ПВ при употреблении 100 г плодов калины составляет от 27 до 88% адекватного уровня их потребления [1].

Лечебно-профилактическое значение плодов калины обусловлено наличием каротиноидов, предупреждающих возникновение раковых заболеваний, нормализующих уровень липидов сыворотки крови и развитие атеросклероза [10].

Зрелые плоды калины содержат 21,0-57,2 мг на 100 г антоцианов [11].

Применение свежих плодов калины в технологии продуктов питания может придать им терпкость и горечь, обусловленную наличием в плодах дубильных веществ (0,6-0,8 г/100 г). При подмораживании дубильные вещества распадаются, что придает приятный вкус плодам калины [12]. Кроме того, вкус плодов калины обусловлен изовалериановой кислотой и гликозидом вибурнином, характеризующимся кровоостанавливающим действием и противоопухолевой активностью [13].

Семена калины содержат до 21% жирных масел. При этом доминирующими являются ПНЖК с числом атомов углерода и непредельных связей 18:1 и 18:2. Значительно в меньших количествах (менее 2%) присутствуют насыщенные жирные кислоты (16:0, 18:0) [14].

Анализ информации, представленной в научной литературе, свидетельствует о возможности применения плодов калины в качестве источника ФПИ в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

## Выводы

Богатый спектр значимых технологических показателей плодов калины обыкновенной обуславливает научный и практический интерес к калине, как перспективному источнику ФПИ, необходимых для получения продуктов питания функционального назначения. Биохимический состав плодов калины подтверждает технологическую ценность и целесообразность применения плодов калины в технологии пищевых продуктов здорового питания.

## Литература

- [1] Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года. Утверждены распоряжением Правительства РФ от 25.10.2010 № 1873-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_106196/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_106196/).
- [2] Ефимов А.Д. Современные представления о рациональном питании как основе здорового образа

## References

- [1] On the foundations of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition of the population for the period up to 2020. Approved by the order of the Government of the Russian Federation dated 25.10.2010 № 1873-r [Electronic resource]. - Access mode [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_106196/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_106196/).

- жизни и долголетия/А.Д. Ефимов//Формирование здорового образа жизни у молодежи и студентов: проблемы и пути их решения. Материалы международной конференции в формате круглого стола. – М: общество с ограниченной ответственностью «Литературное агентство «Университетская книга», 2018. – С. 144-151
- [3] Герасименко Н.Ф. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни/Н.Ф. Герасименко, В.М.Позняковский, Н.Г.Челнакова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания, № 4, 2016 с. 52-57.
- [4] Петрова Л.А. Перспективы использования плодов калины в производстве пищевых продуктов/Петрова Л.А., Пашкевич Л.А.// Вестник ОРЕЛГИЭТ, 2017. – № 1. – С. 127-132.
- [5] Плотникова Т. В. Плодово-ягодные порошки в мучных изделиях / Т. В. Плотникова, Е. В. Тяпкина // Продукты & Ингредиенты. – 2006. – № 2. – С. 20-21.
- [6] Савельев Н. И. Биохимический состав плодов и ягод и их пригодность для переработки / Н. И. Савельев, В. Г. Леонченко, В. Н. Макаров и др. – Мичуринск: Изд-во ГНУ ВНИИГиСПР им. И. В. Мичурина Россельхозакадемии, 2004. – 124 с.
- [7] Попова Е.И. Технология производства функциональных продуктов питания из плодов и листьев калины обыкновенной: автореф. диссертации. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 05.18.01 / Попова Елена Ивановна. – Мичуринск, 2018. – 24 с.
- [8] Кислухина О.В. Витаминные комплексы из растительного сырья / О.В. Кислухина. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.
- [9] Altun M.L., Cltoglu G.S., Yilmaz B.S., Coban T. Antioxidant properties of Viburnum opulus and Viburnum lantana growing in Turkey // International Journal of Food Sciences & Nutrition, 2008; Vol.59, N 3. - P. 175-180.
- [10] Ершова И.В. Характеристика алтайских сортов и отборных форм калины обыкновенной по биохимическому составу плодов/И.В. Ершова // В сборнике материалов конференции «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» – М.: Рос. акад. с.-х. наук, 2013. - т.1. - С.186-189.
- [11] Жбанова, Е.В. Оценка сортов калины по качественным показателям и биохимическому составу плодов / Е.В. Жбанова, А.И. Масленников // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск, 2015; № 1. – С. 11-14.
- [12] Фролова Н. А., Резниченко И. Ю. Исследование химического состава плодово-ягодного сырья Дальневосточного региона как перспективного источника пищевых и биологически активных веществ // Вопросы питания. – 2019. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-himicheskogo-sostava-plodovo-yagodnogo-syrya>
- [2] Efimov A.D. Modern ideas about rational nutrition as the basis of a healthy lifestyle and longevity / A.D. Efimov // Formation of a healthy lifestyle among young people and students: problems and ways to solve them. Materials of the international conference in the format of a round table. - M: Limited Liability Company «Literary Agency» University Book «, 2018. - P. 144-151
- [3] Gerasimenko N.F. Healthy food and its role in ensuring the quality of life / N.F. Gerasimenko, V.M. Poznyakovsky, N.G. Chelnakova // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products, N ° 4, 2016 p. 52-57.
- [4] Petrova L.A. Prospects for the use of viburnum fruits in food production / Petrova L.A., Pashkevich L.A.// Bulletin of ORELGIET, 2017. - No. 1. - P. 127-132.
- [5] Plotnikova T. V. Fruit and berry powders in flour products / T. V. Plotnikova, E. V. Tyapkina // Products & Ingredients. – 2006. – № 2. – S. 20-21.
- [6] Saveliev NI Biochemical composition of fruits and berries and their suitability for processing / NI Saveliev, VG Leonchenko, VN Makarov et al. - Michurinsk: Publishing house of GNU VNIIGiSPR im. I. V. Michurin of the Russian Agricultural Academy, 2004. – 124 p.
- [7] Popova E.I. Technology of production of functional food products from fruits and leaves of viburnum vulgaris: abstract of Ph.D. dissertation. ... candidate of agricultural sciences: 05.18.01 / Popova Elena Ivanovna. - Michurinsk, 2018. – 24 p.
- [8] Kislukhina O.V. Vitamin complexes from vegetable raw materials / O.V. Kislukhina. – M. : DeLi print, 2004. – 308 p.
- [9] Altun M.L., Cltoglu G.S., Yilmaz B.S., Coban T. Antioxidant properties of Viburnum opulus and Viburnum lantana growing in Turkey // International Journal of Food Sciences & Nutrition, 2008; Vol.59, №. 3. – P. 175-180.
- [10] Ershova I.V. Characteristics of Altai varieties and selected forms of common viburnum in terms of the biochemical composition of fruits / I.V. Ershova // In the collection of materials of the conference «New and non-traditional plants and prospects for their use» - M. : Ros. acad. s.-kh. Sciences, 2013. - v. 1. – S. 186-189.
- [11] Zhbanova, E.V. Assessment of viburnum varieties by quality indicators and biochemical composition of fruits / E.V. Zhbanova, A.I. Maslennikov // Bulletin of Michurin State Agrarian University. - Michurinsk, 2015; No. 1. – S. 11-14.
- [12] Frolova NA, Reznichenko I. Yu. Study of the chemical composition of fruit and berry raw materials of the Far East region as a promising source of food and biologically active substances // Questions of nutrition. - 2019. - No. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-himicheskogo-sostava-plodovo-yagodnogo-syrya-dalnevostochnogo-regiona-kak-perspektivnogo-istochnika-pischevyh-i-biologicheski-aktivnykh-veshchestv> (date of access: 05.10.2021).

- dalnevostochnogo-regiona-kak-perspektivnogo-istochnika-pischevyh-i (дата обращения: 05.10.2021).
- [13] Суслина С.Н. Светлана Николаевна Совершенствование методологии разработки и технологии получения лекарственных средств: автореф. диссертации... доктора фармацевтических наук: 14.04.01/ Суслина Светлана Николаевна. – Москва, 2019. – 48 с.
- [14] Каримова А.Р. Липиды семян калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) и их изменение при созревании, пониженной температуре и хранении: автореф. диссер. ... кандидата химических наук : 02.00.10 / Каримова Альбина Рубилевна. – Уфа, 2005. – 25 с.
- [13] Suslina S.N. Svetlana Nikolaevna Improvement of the methodology of development and technology for obtaining medicinal products: author. dissertation... Doctor of Pharmaceutical Sciences: 14.04.01 / Suslina Svetlana Nikolaevna. – Moscow, 2019. – 48 p.
- [14] Karimova A.R. Lipids of seeds of the common viburnum (*Viburnum opulus* L.) and their changes during ripening, low temperature and storage: author. dissertation. ... candidate of chemical sciences: 02.00.10 / Karimova Albina Rubilevna. – Ufa, 2005. – 25 p.

## Сведения об авторах

## Information about the authors

<p><b>Шабурова Галина Васильевна</b> кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> +7(905) 366-63-43 <b>E-mail:</b> Shaburovs@mail.ru</p>	<p><b>Shaburova Galina Vasilievna</b> PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(905) 366-63-43 <b>E-mail:</b> Shaburovs@mail.ru</p>
<p><b>Павлова Анастасия Олеговна</b> магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> <b>E-mail:</b> pavlova.asss@yandex.ru</p>	<p><b>Pavlova Anastasia Olegovna</b> undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> <b>E-mail:</b> pavlova.asss@yandex.ru</p>

## ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

## TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 621.892.2

### Разработка установки для магнито-термического армирования полимерных деталей сельскохозяйственных машин

*Воронин Н.В., Филатов И.С., Родионов Ю.В., Никитин Д.В.*

**Аннотация.** Ежегодные темпы роста технологий аддитивного производства расширяют спектр применения изделий (уплотнений, шестерен и зубчатых колес, лопаток воздуходувки и насосов) из полимерных материалов в сельскохозяйственном машиностроении. Такие изделия обладают малым весом, высокой технологичностью и простотой изготовления. При этом недостаточная поверхностная твердость и износостойкость ограничивают их применение в быстроходных и тяжело нагруженных механизмах. В связи с этим разработаны методы упрочнения поверхностей полимеров актуальной задачей. В работе представлена экспериментальная установка, позволяющая методом магнито-термического армирования проводить внедрение ультрадисперсных частиц ферромагнетика (порошок никеля ПНК-УТЗ размерностью 40 мкм) в поверхность изделий из термопластов и реактопластов. Определены основные режимы и параметры работы экспериментальной установки. Проведены микроскопические и триботехнические исследования упрочненных поверхностей полимерных образцов (был использован полипропилен марки «Бален 01270»). Исследованы параметры поверхностной твердости и износостойкости полученных образцов. Показана возможность получения изделий из термопластов и реактопластов с армированной металлом поверхностью непосредственно в процессе их формовки, что значительно сокращает время и затраты энергии на производство деталей.

**Ключевые слова:** ноль-мерное армирование, сельскохозяйственная техника, термопласты, реактопласты, износостойкость.

**Для цитирования:** Воронин Н.В., Филатов И.С., Родионов Ю.В., Никитин Д.В. Разработка установки для магнито-термического армирования полимерных деталей сельскохозяйственных машин // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 32–37.

### Development of an installation for magneto-thermal reinforcement of polymer parts of agricultural machines

*Voronin N.V., Filatov I.S., Rodionov Yu.V., Nikitin D.V.*

**Abstract.** The annual growth rate of additive manufacturing technologies expands the range of applications for products (seals, gears and gears, blower and pump blades) made of polymer materials in agricultural engineering. Such products are lightweight, highly adaptable and easy to manufacture. At the same time, insufficient surface hardness and wear resistance limit their use in high-speed and heavily loaded mechanisms. In this regard, the development of methods for hardening polymer surfaces is an urgent task. The paper presents an experimental setup that allows using the method of magneto-thermal reinforcement to carry out the introduction of ultradispersed ferromagnetic particles (nickel powder PNK-UT3 with a dimension of 40 μm) into the surface of thermoplastic and thermosetting plastics. The main modes and parameters of the experimental setup have been determined. Microscopic and tribotechnical studies of hardened surfaces of polymer samples were carried out (polypropylene of the «Balen 01270» brand was

used). The parameters of the surface hardness and wear resistance of the obtained samples are investigated. The possibility of obtaining products from thermoplastics and thermosets with a metal-reinforced surface directly in the process of their molding is shown, which significantly reduces the time and energy consumption for the production of parts.

**Keywords:** zero-dimensional reinforcement, agricultural machinery, thermoplastics, thermosets, wear resistance.

**For citation:** Voronin N.V., Filatov I.S., Rodionov Yu.V., Nikitin D.V. Development of an installation for magneto-thermal reinforcement of polymer parts of agricultural machines. *Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]*. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 32–37. (In Russ.).

## Введение

Одной из основных проблем, сдерживающей использование полимерных деталей в сельскохозяйственном машиностроении, является низкая устойчивость термопластичных полимеров к истиранию и абразивному износу вследствие их низкой поверхностной твердости [1-4]. Одним из возможных методов повышения поверхностных свойств такого рода деталей является метод внедрения в их поверхностный слой металлических частиц в дисперсном или ультрадисперсном состоянии (ноль-мерное армирование высокой плотности). В этом случае на поверхности образца создается структура близкая по свойствам к металлической. Для реализации указанного метода на базе кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «ПГТУ» была создана экспериментальная установка, позволяющая армировать поверхности изделий из термопластов с различными физико-химическими свойствами порошками ферромагнитных металлов и сплавов в ультрадисперсном состоянии.

Целью работы является разработка конструкции и изготовление экспериментальной установки для отработки метода магнито-термического поверхностного армирования деталей из термопластов.

## Объекты и методы исследований

Объектом исследования является метод поверхностного армирования полимерных сельскохозяйственных изделий, а также оборудование для его реализации.

Для отработки метода поверхностного армирования использована разработанная и изготовленная экспериментальная установка, состоящая из следующих основных узлов:

- вертикальный штатив с креплением для термопистолета и зажимом для образцов с возможностью изменения как расстояния между ними, так и их высоты относительно магнитной системы;
- термопистолет LODESTAR L502310 с трехступенчатой регулировкой расхода воздуха и электронным датчиком температуры с жидкокристаллической индикацией;

- магнитная система, состоящая из лабораторной катушки на 480 витков (диаметр провода диаметром 0,5 мм), располагающейся вокруг сердечника из электротехнического железа диаметром 14 мм;

- лабораторный блок питания YX-P305D с регулировкой по току и напряжению, используемый для питания магнитной системы на любых режимах ее работы;

- мультиметр DT-838 и термopара типа ХК для контроля температуры во всех частях рабочей зоны установки.

Также в экспериментах для исследования структуры образцов был использован микроскоп МБС-9.

Основой метода поверхностного армирования термопластов является внедрение в расплавленный поверхностный слой детали металлических частиц ферромагнетика одновременным действием на них теплового и магнитного полей. Особенностью метода является то, что расплавленная поверхность формируется локально в местах внедрения частиц за счет более высокой их теплопроводности.

## Результаты и их обсуждение

Разработанная экспериментальная установка для отработки разработанного метода представлена на рис. 1.

Основной функциональной задачей, созданной установки, являлось формирование слоя равномерно расположенных частиц из металла с обеспечением их надежной фиксации в поверхностном слое полимера за счет избыточного усилия. Для этой цели было использовано совместное воздействие внешнего теплового потока, направленного на модифицируемую поверхность полимера, и магнитного поля, действующего на металлические частицы [5-7].

Особенностью разрабатываемого метода являлось использование металлических частиц (металлического порошка) с явно выраженными ферромагнитными свойствами – например, железо, никель и кобальт.

В связи с интенсивным температурным воздействием на внедряемые частицы существует

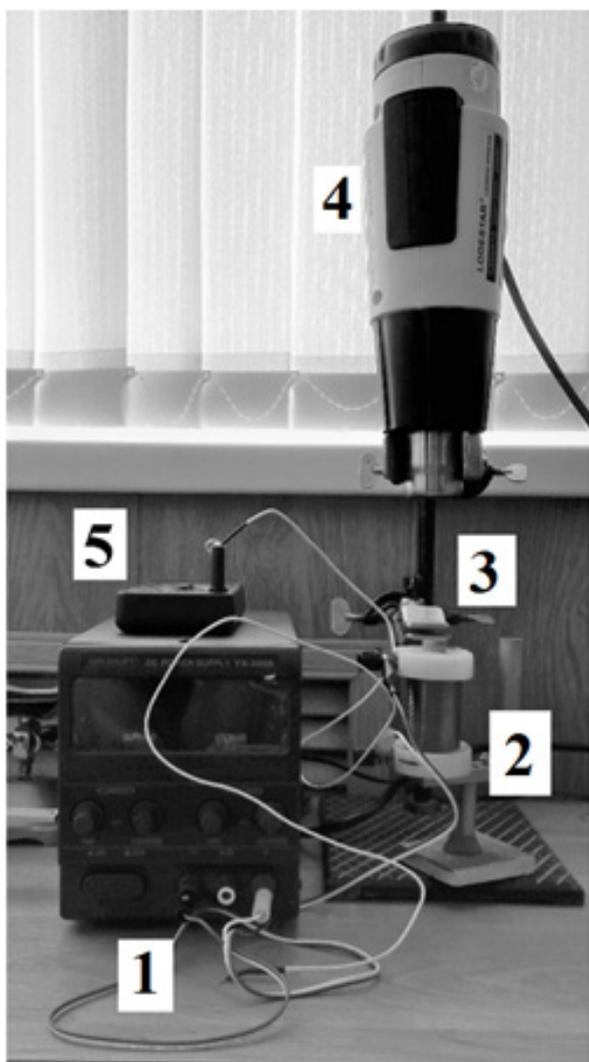


Рис. 1. Экспериментальная установка для отработки метода магнито-термического армирования: 1 – блок питания, 2 – магнитная система, 3 – держатель для образцов, 4 – термопистолет, 5 – мультиметр с термопарой типа ХК.

опасность их окисления и, как следствие, потери магнитных свойств. Поэтому в работе использовался устойчивый к окислению в процессе нагрева никелевый порошок марки ПНК-УТЗ с размерностью частиц 40 мкм.

В качестве экспериментальных образцов использовались пластины полипропилена марки «Бален 01270» квадратной формы со стороной 30 мм и толщиной 1,4 мм, что позволяло жестко зафиксировать образец в держателе и металлизировать поверхность в любой точке. Повышение поверхностной энергии образцов достигалось их шлифованием до шероховатости Rz40...Rz80.

В первой части исследований исследуемые образцы были расположены на сердечнике электромагнита для максимизации использования энергии магнитного поля. Подаваемая на многослойную катушку электрическая мощность при оптимальном режиме работы установки (ток 4 А, напряжение 10 В) составила 40 Вт, что дало

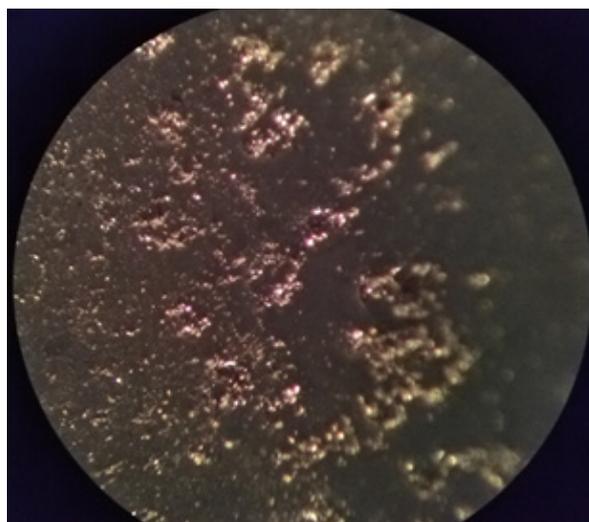


Рис. 2. Микроструктура поверхности образца. Микроскоп МБС-9, увеличение 100х.

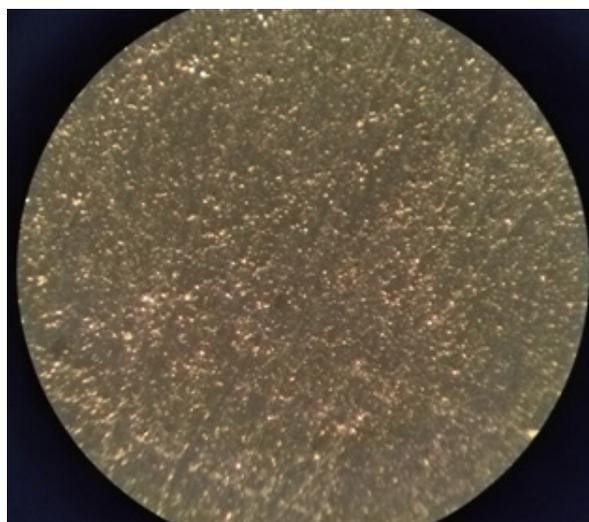


Рис. 3. Микроструктура поверхности образца термопласта после магнито-термического воздействия. Микроскоп МБС-9, увеличение 100х.

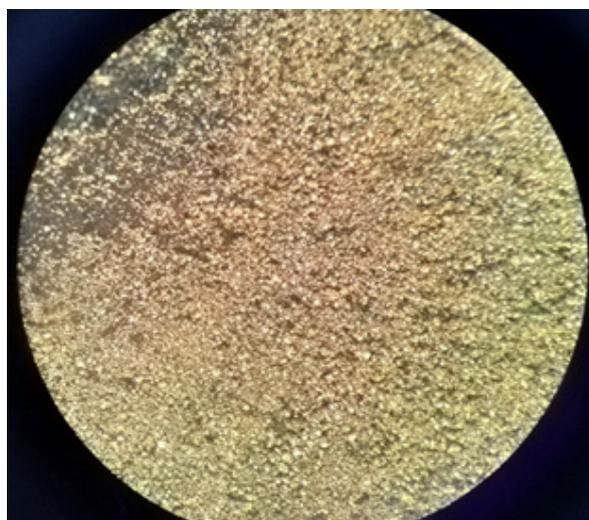


Рис.4. Микроструктура поверхности образца терморезистивного полимера после магнито-термического воздействия. Увеличение 100х.

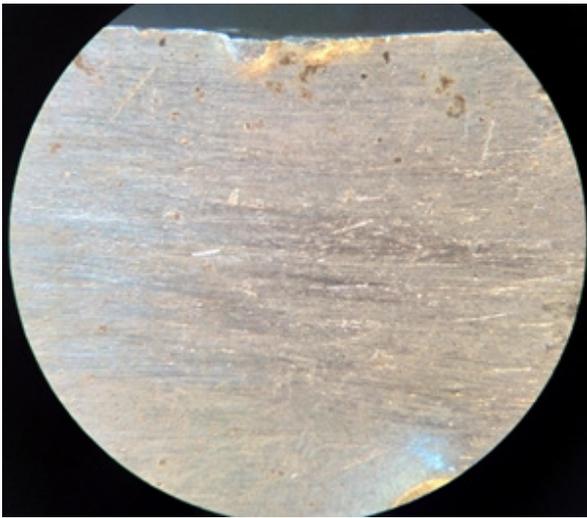


Рис. 5. Поверхность образца из дуралюмина после абразивного воздействия армированного образца. Увеличение 30х.

напряженность магнитного поля на поверхности образца 42 кА/м и намагничивающую силу катушки 1920 А-в.

Предварительная настройка экспериментальной установки показала, что расстояние в 80 мм от среза сопла термопистолета до поверхности исследуемого образца является наилучшим для эффективного протекания процесса внедрения металлических частиц при скорости потока нагретого воздуха в 7,5 м/с на первой ступени. Увеличение расстояния не обеспечивало достаточный нагрев внедряемых частиц и их проникновение в исследуемую поверхность. Вместе с тем при уменьшении расстояния от среза сопла термопистолета до поверхности исследуемого образца разогретый воздушный поток расплавлял поверхностный слой исследуемого образца и формировал структуру с высоким поверхностным натяжением, что делало невозможным внедрение частиц металла [5-7].

При проведении основной части экспериментальных исследований был обнаружен значительный отвод тепла в железный сердечник соленоида, несмотря на низкую теплопроводность используемого полимера. Из-за этого внедрение частиц в область образца, находящуюся под действием магнитного поля, было затруднительным. При этом периферийная область имела явно выраженное подплавление поверхности с внедренными частицами металлического порошка (рис. 2).

Полученные при настройке установки оптимальные расстояния от среза сопла термопистолета до поверхности образца, а также значения скорости потока нагретого воздуха позволили при дальнейших экспериментах не допустить подплавления периферийной области и получить стабильное распределение частиц порошка по поверхности.

Для решения проблемы нестабильности

распределения частиц в области намагничивания из-за значительного теплоотвода в объем сердечника электромагнита был установлен зазор 1,5 мм между пластиной и сердечником. Это позволило несущественно снизить напряженность магнитного поля, но при этом стабилизировать расположение ферромагнитных частиц по поверхности образца (рис. 3).

Для оценки полученного результата металлизированная поверхность была подвергнута трению по поверхности детали-образца из сплава Д16. Металлизированный пластик оставлял на поверхности сплава выраженные следы трения, при этом поверхностный слой металлизированного образца оставался целостным и масса образца в целом не изменялась, что говорит о достаточной прочности удержания частиц в полимере [5-7].

В результате опытов получены наиболее благоприятные режимы работы установки, обеспечивающие внедрение ферромагнитных частиц в поверхность полипропилена: напряженность магнитного поля  $H=42$  кА/м, температура у кромки сопла  $T=230$  °С, расстояние от кромки сопла до образца 80 мм, сила тока  $I=4$  А, напряжение  $U=10$  В. В этом случае температура поверхности термопласта в месте ее контакта с порошком составила 200 °С, тем не менее размягчения поверхности и внутренних слоев полипропиленовой пластины не наблюдалось.

Армирование поверхности изделий из реактопластов не требует нагрева, так как ферромагнитные частицы внедряются в поверхность на этапе формования изделия. Поэтому для проведения эксперимента была использована только магнитная система. Формовка проводилась в стальной форме, в качестве реактопласта был применен двухкомпонентный состав ЭДП на основе эпоксидной смолы. Здесь исследовалась возможность получения изделий из реактопластов с повторением внешней поверхностью внутренних контуров формы, одновременно с этим поверхность армировалась ферромагнитным порошком, аналогичным использованному ранее. Для удержания частиц порошка на внутренней поверхности стальной формы было использовано магнитное поле с тем же значением напряженности, что и ранее. Перемешанный до однородного состояния композит заполнял форму под давлением до полного ее заполнения. По окончании полимеризации состава и извлечения образца из формы была изучена структура полученной поверхности (рис. 4).

При удельном давлении запрессовки реактопласта в форму 5 кг/см<sup>2</sup> процент заполнения поверхности образца порошком ферромагнетика составил не менее 95, при этом на стенках формы остатков порошка не наблюдалось. Проверка удержания частиц в поверхности реактопласта проводилась абразивным воздействием с удельным давлением 1 кг/см<sup>2</sup> и скоростью движения 10 см/

сек, что аналогично предыдущему эксперименту. Абразивное трение в течение 10 секунд не выявило при последующем рассмотрении изменения структуры металлизированной поверхности и изменения массы испытуемого образца. Это свидетельствует о высокой поверхностной твердости и износостойкости полученного образца. Микроскопическое исследование поверхности дуралюминовой показало наличие следов абразивного износа, что означает придание поверхности полимерного образца свойств, максимально близких к свойствам внедренного порошка (рис.5).

Разработанный метод позволит существенно повысить эксплуатационные характеристики полимерных изделий, используемых в машинах и механизмах АПК – таких, как приводные шестерни и зубчатые колеса, лопатки воздухоуловков и насосов, различные уплотнения, лотки и т.д. Для расширения области использования разработанного метода в настоящее время авторами ведутся исследования армирования других марок полимеров (полиэтилен и его производные, полиамид, полистирол и

т.д.) ферромагнитными порошками разной дисперсности (от 70 нм и больше) [8].

### Выводы

В работе определены основные режимы и параметры работы экспериментальной установки, позволяющей методом магнито-термического армирования проводить внедрение ультрадисперсных частиц ферромагнетика в поверхность изделий из термопластов и реактопластов. Проведены микроскопические и триботехнические исследования металлизированных поверхностей. Показаны параметры поверхностной твердости и износостойкости полученных образцов.

*Работа выполнена в рамках гранта РФФИ «Разработка метода магнито-термического упрочнения полимеров ферромагнитными порошками различной дисперсности для деталей машин широкого спектра применения», конкурс «Аспиранты», 2020 г. № договора 20-33-90298/20.*

### Литература

- [1] Бондалетова Л.И., Бондалетов В.Г. Полимерные композиционные материалы: учеб. пособие. Ч. 1. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. 118 с.
- [2] Родионов Ю.В., Селиванов Ю.Т., Никитин Д.В. и др. Новая конструкция жидкостнокольцевого вакуумного насоса // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2019. № 6. С. 22–25.
- [3] Воронин Н.В., Родионов Ю.В., Скоморохова А.И. и др. Теоретические исследования контактных и изгибных напряжений лопаток рабочего колеса и корпуса жидкостнокольцевого вакуумного насоса из полимеров // Наука в центральной России. 2020. № 3 (45). С. 85–97.
- [4] Н. В. Воронин, Ю. В. Родионов, И. С. Филатов, Д. В. Никитин. Современное состояние использования и производства деталей и узлов из полимеров для техники агропромышленного комплекса // Сборник трудов II Международной научно-практической конференции «ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА». В 2-х т. Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. Том 2, стр. 29-34.
- [5] Тагер А.А. Физико-химия полимеров. 4-е изд., перераб. и доп. Учеб. пособие для хим. фак. ун-тов / А. А. Тагер; под ред. А. А. Аскадского. М. : Научный мир, 2007. 573с.
- [6] Кишук П.С. Упрочнение композитов ориентированными макромолекулами полимеров // ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ. Издательство: ИП Жукова Е.В. ISSN: 2542-2146.

### References

- [1] Bondaletova L.I., Bondaletov V.G. Polimernye kompozicionnye materialy: ucheb. posobie. Ch. 1. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2013. 118 p.
- [2] Rodionov Yu.V., Selivanov Yu.T., Nikitin D.V. i dr. Novaya konstrukciya zhidkostnokol'cevogo vakuumnogo nasosa // Himicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie. 2019. No 6. P. 22–25.
- [3] Voronin N.V., Rodionov Yu.V., Skomorohova A.I. i dr. Teoreticheskie issledovaniya kontaktnyh i izgibnyh napryazhenij lopatok rabocheho kolesa i korpusa zhidkostnokol'cevogo vakuumnogo nasosa iz polimerov // Nauka v central'noj Rossii. 2020. No 3 (45). P. 85–97.
- [4] N. V. Voronin, Yu. V. Rodionov, I. S. Filatov, D. V. Nikitin. Sovremennoe sostoyanie ispol'zovaniya i proizvodstva detalej i uzlov iz polimerov dlya tekhniki agropromyshlennogo kompleksa // Sbornik trudov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «CIFROVIZACIYA AGROPROMYSHLENNOGO KOMPLEKSA». V 2-h t. Tambov: Izdatel'skij centr FGBOU VO «TGTU», 2020. Tom 2, ppg. 29-34.
- [5] Tager A.A. Fiziko-himiya polimerov. 4-e izd., pererab. i dop. Ucheb. posobie dlya him. fak. un-tov / A. A. Tager; pod red. A. A. Askadskogo. M. : Nauchnyj mir, 2007. 573 p.
- [6] Kishchuk P.S. Uprochnenie kompozitov orientirovannymi makromolekulami polimerov // TEHNOLOGIYA MASHINOSTROENIYA I MATERIALOVEDENIE. Izdatel'stvo: IP Zhukova E.V. ISSN: 2542-2146.
- [7] Kobzev D.Y., Kombarova P.V., Baronin G.S., Rodionov

- [7] Kobzev D.Y., Kombarova P.V., Baronin G.S., Rodionov Y.V., Nikitin D.V. MANUFACTURING PRODUCTS FROM POLYMERS AND POLYMERBASED COMPOSITE MATERIALS BY SOLID PHASE PRESSURE FORMING: PROBLEMS, SOLUTIONS AND PROSPECTS // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 15th. 2015. Ppg. 127-134.
- [8] Оглезнева С.А., Князев А.А., Гревнов Л.М. Исследование влияния дисперсности порошка никеля на свойства алмазного инструмента // Фундаментальные исследования. 2017. №10-3. Стр. 497-501.
- Y.V., Nikitin D.V. MANUFACTURING PRODUCTS FROM POLYMERS AND POLYMERBASED COMPOSITE MATERIALS BY SOLID PHASE PRESSURE FORMING: PROBLEMS, SOLUTIONS AND PROSPECTS // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 15th. 2015. Ppg. 127-134.
- [8] Oglezneva S.A., Knyazev A.A., Grevnov L.M. Issledovanie vliyaniya dispersnosti poroshka nikelya na svoystva almaznogo instrumenta // Fundamental'ny'e issledovaniya. 2017. No. 10-3. Ppg. 497-501.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Воронин Николай Владимирович</b> аспирант кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 <b>Тел.:</b> +7(915) 881-08-04 <b>E-mail:</b> voronin.nikolay.1994@yandex.ru</p>	<p><b>Voronin Nikolai Vladimirovich</b> postgraduate at the department of «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University <b>Phone:</b> +7(915) 881-08-04 <b>E-mail:</b> voronin.nikolay.1994@yandex.ru</p>
<p><b>Филатов Иван Сергеевич</b> кандидат технических наук старший преподаватель кафедры специальных дисциплин ТОГБПОУ «Приборостроительный колледж» 392008, г. Тамбов, Моршанское шоссе, 17 <b>Тел.:</b> +7(905) 121-97-02 <b>E-mail:</b> ridder@mail.ru</p>	<p><b>Filatov Ivan Sergeevich</b> senior lecturer of the department special disciplines Instrument Making College <b>Phone:</b> +7(905) 121-97-02 <b>E-mail:</b> ridder@mail.ru</p>
<p><b>Родионов Юрий Викторович</b> доктор технических наук профессор кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 <b>Тел.:</b> +7(920) 478-04-91 <b>E-mail:</b> rodionow.u.w@rambler.ru</p>	<p><b>Rodionov Yuri Viktorovich</b> D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University <b>Phone:</b> +7(920) 478-04-91 <b>E-mail:</b> rodionow.u.w@rambler.ru</p>
<p><b>Никитин Дмитрий Вячеславович</b> кандидат технических наук доцент кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 <b>Тел.:</b> +7(475) 263-04-59 <b>E-mail:</b> vacuum2008@yandex.ru</p>	<p><b>Nikitin Dmitry Vyacheslavovich</b> PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University <b>Phone:</b> +7(475) 263-04-59 <b>E-mail:</b> vacuum2008@yandex.ru</p>

## Модернизация двухкамерного вакуумного экструдера

*Курочкин А.А., Потапов М.А.*

**Аннотация.** Экструдеры, в рабочем процессе которых используется термовакuumный эффект, в сравнении с традиционной конструктивно-технологической схемой подобных машин, отличаются более высокой энергоэффективностью и позволяют перерабатывать сырье с повышенной влажностью. При этом доминирующее влияние на интенсивность обезвоживания готового продукта оказывает число вакуумных камер, а также их конструктивное решение и рабочие параметры. В работе представлены сведения по классификации вакуумных камер экструдеров, и на основе их критического анализа предложены мероприятия по модернизации запатентованной ранее машины с двухкамерной вакуумной системой. Установлено, что вакуум-баллон камеры окончательного обезвоживания модернизированного агрегата является избыточным элементом и его исключение не повлияет негативно на качество рабочего процесса вакуумного экструдера. Монтаж вакуум-регулятора на входе в камеру окончательного обезвоживания экструдера по сравнению с прототипом позволит повысить эффективность отвода образующегося пара. Предлагаемое техническое решение двухкамерного вакуумного экструдера позволит упростить его конструкцию и одновременно повысить эффективность обезвоживания получаемого продукта.

**Ключевые слова:** термовакuumный эффект, вакуумный экструдер, камера предварительного обезвоживания, камера окончательного обезвоживания.

**Для цитирования:** Курочкин А.А., Потапов М.А. Модернизация двухкамерного вакуумного экструдера // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 38–41.

## Modernization of a two-chamber vacuum extruder

*Kurochkin A.A., Potapov M.A.*

**Abstract.** Extruders, in the working process of which the thermal vacuum effect is used, in comparison with the traditional design and technological scheme of such machines, are characterized by higher energy efficiency and allow processing raw materials with high humidity. At the same time, the number of vacuum chambers, as well as their design solution and operating parameters have a dominant influence on the intensity of dehydration of the finished product. The paper presents information on the classification of vacuum chambers of extruders, and based on their critical analysis, measures are proposed to modernize a previously patented machine with a two-chamber vacuum system. It is established that the vacuum cylinder of the final dewatering chamber of the upgraded unit is an excess element and its exclusion will not negatively affect the quality of the working process of the vacuum extruder. Installation of a vacuum regulator at the entrance to the final dehydration chamber of the extruder in comparison with the prototype will increase the efficiency of the removal of the generated steam. The proposed technical solution of a two-chamber vacuum extruder will simplify its design and at the same time increase the efficiency of dehydration of the resulting product.

**Keywords:** thermal vacuum effect, vacuum extruder, pre-dewatering chamber, final dewatering chamber.

**For citation:** Kurochkin A.A., Potapov M.A. Modernization of a two-chamber vacuum extruder. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 38–41. (In Russ.).

## Введение

Экструдеры, в основе работы которых используется термовакуумный эффект, в сравнении с традиционными конструкциями подобных машин, отличаются более высокой энергоэффективностью и позволяют перерабатывать сырье с повышенной влажностью. Характерным технологическим признаком термовакуумных экструдеров является то, что готовый продукт (экструдат) после выхода из фильеры машины поступает для обезвоживания и охлаждения не в открытую область с атмосферным давлением, а перемещается в герметичную камеру, в которой поддерживается давление ниже атмосферного. В этом случае жидкость, находящаяся в экструдате, кипит и испаряется при более низкой температуре, чем в условиях атмосферного давления, что позволяет использовать более мягкий режим экструзии, а с другой – разделить процесс обезвоживания на несколько этапов и получить готовый продукт с небольшим содержанием влаги за один рабочий цикл машины (агрегата). Очевидно, что в таких экструдерах интенсивность обезвоживания готового продукта зависит от числа и конструктивных особенностей вакуумных камер, а также их рабочих параметров. [1-3].

Научное обоснование данного направления в эволюции одношнековых экструдеров позволяет предположить, что наиболее рационально оснащать такие машины двумя камерами: предварительного и окончательного обезвоживания (рис. 1).

В камере предварительного обезвоживания в принципе нет необходимости в высоком вакууме при условии рабочей температуры в тракте машины 120-140°C. В этом случае сразу после декомпрессионного взрыва температура экструдата снизится примерно на 20-30°C, что обеспечит повторный декомпрессионный взрыв при давлении в камере окончательного обезвоживания 50-55 кПа.

Обычно камера предварительного обезвоживания позволяет снизить содержание влаги в готовом продукте (по сравнению с сырьем) примерно в 2 раза. Интенсивность обезвоживания во второй камере, как правило, ниже, чем в первой и зависит от величины вакуума и времени нахождения обрабатываемого продукта в камере окончательного обезвоживания.

Анализ предложенной классификации показывает, что высокое значение вакуума (давления ниже атмосферного) в камере окончательного обезвоживания может быть получено с помощью вакуумного насоса – ротационного, водокольцевого или плунжерного. Целесообразность применения того или иного типа насоса диктуется экономической целесообразностью и глубиной рабочего вакуума в камере экструдера.

Что касается камеры предварительного обезвоживания, то в известных к настоящему времени патентах предлагается использовать вентилятор, эжектор или насос [1, 4].

Цель работы – модернизация двухкамерного экструдера для обработки сырья с повышенной влажностью.

## Объекты и методы исследований

Объект исследования – одношнековый экструдер, оснащенный двумя вакуумными камерами.

## Результаты и их обсуждение

Объект модернизации включает в себя загрузочный бункер 1 (рис. 2), корпус 2, камеры предварительного обезвоживания 5 и камеру окончательного обезвоживания 17.

В корпусе 2 смонтирован рабочий орган, выполненный в виде шнека. В зоне выхода из корпуса перемещаемого шнеком сырья расположена фильера матрицы экструдера (плоская пластина с просверленными в ней одним или несколькими отверстиями).

Камера предварительного обезвоживания экструдата 5 включает в себя систему для отвода и конденсации влаги, состоящую из вакуумного насоса 9, вакуум-баллона 6, вакуум-регулятора 7 и вакуум-метра 8. Данная камера расположена соосно шнеку и фильере матрицы экструдера.

В камере предварительного обезвоживания размещено режущее устройство, выполненное в виде одного или нескольких вращающихся ножей, закрепленных на корпусе экструдера рядом с местом выхода экструдата из фильеры (на рис. 1 не показано). Режущее устройство служит для получения одного из необходимых геометрических размеров экструдата – его длины. Еще один размер – диаметр получаемого экструдата, зависит от диаметра отверстия (отверстий) фильеры.

Длина и диаметр экструдата оказывают непосредственное влияние на площадь теплообмена получаемых частиц конечного продукта, а значит и на интенсивность его обезвоживания.

Камера окончательного обезвоживания 15 расположена последовательно камере предварительного обезвоживания и находится между шлюзовыми затворами 10 и 14.

Шлюзовые затворы служат для выгрузки получаемого продукта без разгерметизации соответствующих камер экструдера и выполнены в виде



Рис. 1. Классификация вакуумных камер экструдеров

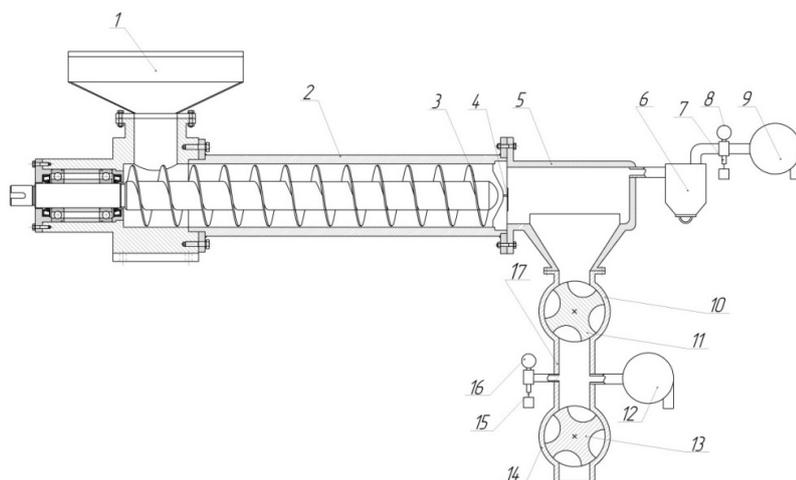


Рис. 2. Схема модернизированного экструдера:  
 1 – загрузочная камера; 2 – корпус; 3 – шнек; 4 – фильера матрицы; 5 – камера предварительного обезвоживания; 6 – вакуум-баллон; 7, 15 – вакуум-регулятор; 8, 16 – вакуум-метр; 9, 12 – вакуумный насос; 10, 14 – шлюзовые затворы; 11, 13 – ротор; 12 – вакуумный насос; 17 – камера окончательного обезвоживания

корпуса цилиндрической формы с вращающимся в нем многолопастным ротором.

Вакуум-насосы 9 и 12 обеспечивают в соответствующих камерах экструдера необходимую величину пониженного давления (вакуума).

Вакуум-баллон 6 служит для сглаживания колебаний вакуума в системе, а также конденсации влаги отводимого из камеры горячего воздуха. Для удаления конденсата из системы вакуум-баллон оснащен шарнирно закрепленной крышкой с уплотняющим элементом (на рисунке позицией не обозначена).

Вакуум-регуляторы 7 и 15 необходимы для поддержания пониженного давления в рабочих камерах 5 и 17 в заданных пределах при требуемой производительности машины, а также влажности обрабатываемого сырья и готового продукта.

Для контроля давления в рабочих камерах экструдера служат вакуум-метры 8 и 16.

В базовой конструкции вакуумного экструдера, выполненной по авторскому свидетельству №189317 [4], камера окончательного обезвоживания с помощью патрубка соединена со своей вакуумной системой, включающей вакуум-баллон, вакуум-регулятор и вакуум-метр.

Анализ конструктивно-технологической схемы прототипа показывает, что вакуум-баллон в данном случае является ее избыточным элементом и его отсутствие практически никак не повлияет на рабочий процесс экструдера. Объясняется это тем, что одной из основных функций вакуум-баллона является сглаживание колебаний давления воздуха в вакуумной системе в процессе поступления в нее воздуха. В рассматриваемой вакуумной системе камеры окончательного обезвоживания роль вакуум-баллона (без ущерба для качества работы экструдера) может выполнять сама камера. При этом представляется весьма рациональным перенос вакуум-регулятора и вакуум-метра на вход камеры окончательного обезвоживания с тем, чтобы в случае превышения вакуума в сравнении с заданным значением, подсос воздуха

вакуум-регулятором в камеру позволял улучшить эвакуацию водяных паров из нее.

Рабочий процесс модернизированного экструдера осуществляется следующим образом. Из загрузочного бункера 1 сырье с помощью шнека 3 последовательно перемещается через зоны прессования и дозирования экструдера. Нагретое до температуры 120-130°C, оно выводится через фильеру матрицы 4 в камеру предварительного обезвоживания 5. При выходе из фильеры матрицы экструдат с помощью режущего устройства разрезается на частицы с заданной длиной.

Перемещаясь из области высокого давления (во внутреннем тракте экструдера) в зону низкого давления (в вакуумную камеру 5), сырье подвергается декомпрессионному взрыву. При этом вследствие практически мгновенного перехода воды в газообразное состояние и испарения ее с поверхности (и частично – с более глубоких слоев экструдата), продукт охлаждается примерно на 20-30°C.

Образующийся в процессе декомпрессионного взрыва горячий пар с помощью вакуумного насоса 9 перемещается в вакуум-баллон 6, где часть его конденсируется и в виде жидкости собирается в нижней части баллона. Вакуум-регулятор 7 обеспечивают в камере предварительного обезвоживания экструдера необходимое давление.

Из камеры 5 экструдат шлюзовым затвором 11 перемещается в камеру окончательного обезвоживания 17, где с помощью вакуумного насоса 12 поддерживается более низкое рабочее давление, чем в камере предварительного обезвоживания. Этого давления (вакуума) достаточно для того, чтобы вода, оставшаяся в экструдате при температуре примерно 90-100°C, снова закипела и образовала пар. Полученный пар удаляется за пределы камеры 15 с помощью вакуум-насоса.

Содержание влаги в экструдированном продукте регулируют за счет давления в камерах предварительного и окончательного обезвоживания с помощью вакуум-регуляторов 7 и 15.

Таким образом, предлагаемая модернизация экструдера позволит упростить его конструкцию и одновременно повысить эффективность обезвоживания получаемого продукта.

### Выводы

Установлено, что вакуум-баллон камеры окончательного обезвоживания модернизированного агрегата является избыточным элементом и его

исключение не окажет отрицательного влияния на качество рабочего процесса вакуумного экструдера. Монтаж вакуум-регулятора на входе в камеру окончательного обезвоживания экструдера по сравнению с прототипом позволит повысить эффективность отвода образующегося пара. Предлагаемое техническое решение двухкамерного вакуумного экструдера позволит упростить его конструкцию и одновременно повысить эффективность обезвоживания получаемого продукта.

### Литература

- [1] Инновации в экструзии /А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов. [и др.]. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 247 с.
- [2] Курочкин, А.А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата / А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 17-22.
- [3] Курочкин, А.А. 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. 15-20.
- [4] Пат. 189317 Российская Федерация СПК В29С 48/00. Экструдер с вакуумной камерой /заявители: П.К. Гарькина, В.М. Зимняков, А.А. Курочкин, О.Н. Кухарев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГАУ. – № 2019105424; заявл. 26.02.2019; опубл. 22.05.2019, Бюл. № 19. 7с.

### References

- [1] Innovations in extrusion /A. A. Kurochkin, P. K. Garkina, A. Blinokhvatov. [et al.] Penza: RIO PHAU, 2018. 247 p.
- [2] Kurochkin, A. A. System approach to the development of the extruder for thermal vacuum treatment of the extrudate /A. A. Kurochkin // Innovative engineering and technology. 2014. No 4 (01). Pp. 17-22.
- [3] Kurochkin, A. A. Theoretical substantiation of thermal vacuum effect in the working process of modernized extruder /A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina //Izvestiya Samara state agricultural Academy. 2015. No. 3. Pp. 15-20.
- [4] Pat. 189317 The Russian Federation is SPK В29С 48/00. Extruder with vacuum chamber / applicants: P. K. Garkina, V. M. Zimnyakov, A. A. Kurochkin, O. N. Kukharev; applicant and patentee of FGOU IN Penza GAU. - No. 2019105424; declared. 26.02.2019; publ. 22.05.2019, Byul. No. 19. 7 p.

### Сведения об авторах

### Information about the authors

<p><b>Курочкин Анатолий Алексеевич</b>                      доктор технических наук                      профессор кафедры «Пищевые производства»                      ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                      технологический университет»                      440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11  <b>Тел.:</b> +7(927) 382-85-03  <b>E-mail:</b> anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p><b>Kurochkin Anatoly Alekseevich</b>                      D.Sc. in Technical Sciences                      professor at the department of «Food productions»                      Penza State Technological University  <b>Phone:</b> +7(927) 382-85-03  <b>E-mail:</b> anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p><b>Потанов Максим Александрович</b>                      аспирант кафедры «Пищевые производства»                      ФГБОУ ВО «Пензенский государственный                      технологический университет»                      440045, Пенза, ул. Ульяновская, д. 36, кв. 37  <b>Тел.:</b> +7(962) 473-86-96  <b>E-mail:</b> makspotapov@mail.ru</p>	<p><b>Potapov Maxim Alexandrovich</b>                      postgraduate student of the department «Food productions»                      Penza State Technological University  <b>Phone:</b> +7(962) 473-86-96  <b>E-mail:</b> makspotapov@mail.ru</p>

## Исследования водно-дизельной смеси, приготавливаемой в динамическом аппарате для автотракторной техники

*Ломовских А.Е., Борисов С.В., Родионов Д.Ю., Скоморохова А.И.*

**Аннотация.** Водно-топливные эмульсии применяют в основном с эмульгирующей системой, что значительно повышает стоимость такого топлива. При этом использование топливных эмульсий без дорогостоящих эмульгаторов недостаточно изучено, что является актуальной научной задачей. В статье описываются экспериментальные исследования по изучению водно-топливной эмульсии, приготавливаемой в динамическом аппарате. Проведен анализ впрыскивания обычного дизельного топлива и полученной смеси, содержащей 17% водной фазы и топлива ДТ-Л-К5 в количестве 83%. Для изучения процесса приготовления смеси была разработана и создана опытная установка. В работе исследуются процессы образования топливной струи при впрыскивании топлива из распылителя форсунки. Полученные результаты показали преимущество применения водно-дизельной смеси по сравнению с рассматриваемым дизельным топливом. Для подтверждения экспериментальных данных были проведены натурные исследования по определению расхода топлива при работе двигателя Д-241. Воспроизводились условия проведения транспортных работ на тракторе МТЗ-80 при работе на дизельном топливе и на водно-дизельной смеси. Экспериментально установлено, что при введении водной фазы в количестве 17% по отношению к объёму топлива в приготавливаемой водно-дизельной смеси, происходит снижение удельного расхода топлива при работе на эмульсии на 17%.

**Ключевые слова:** водно-топливная эмульсия, система питания, эксплуатационные показатели двигателя, автотракторная техника.

**Для цитирования:** Ломовских А.Е., Борисов С.В., Родионов Д.Ю., Скоморохова А.И. Исследования водно-дизельной смеси, приготавливаемой в динамическом аппарате для автотракторной техники // *Инновационная техника и технология*. 2021. Т. 8. № 3. С. 42–49.

## Research of water-diesel mixture prepared in a dynamic device for automotive technology

*Lomovskikh A.E., Borisov S.V., Rodionov D.Yu., Skomorokhova A.I.*

**Abstract.** Water-fuel emulsions are used mainly with an emulsifying system, which significantly increases the cost of such fuel. At the same time, the use of fuel emulsions without expensive emulsifiers has not been sufficiently studied, which is an urgent scientific problem. The article describes experimental research on the study of a water-fuel emulsion prepared in a dynamic apparatus. The analysis of injection of conventional diesel fuel and the resulting mixture containing 17% of the aqueous phase and DT-L-K5 fuel in the amount of 83% was carried out. To study the process of preparing the mixture, a pilot plant was developed and created. The paper investigates the processes of the formation of a fuel jet when fuel is injected from a nozzle atomizer. The results obtained showed the advantage of using a water-diesel mixture in comparison with the considered diesel fuel. To confirm the experimental data, field studies were carried out to determine the fuel consumption when the D-241 engine was running. The conditions for carrying out transport work on the MTZ-80 tractor were reproduced when operating on diesel fuel and on a water-diesel mixture. It has been experimentally established that when the aqueous phase is introduced in an amount of 17% in relation to the volume of fuel in the prepared water-diesel mixture, the specific fuel consumption decreases by 17% when operating on the emulsion.

**Keywords:** water-fuel emulsion, supply system, engine performance, tractor machinery.

**For citation:** Lomovskikh A.E., Borisov S.V., Rodionov D.Yu., Skomorokhova A.I. Research

of water-diesel mixture prepared in a dynamic device for automotive technology. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 42–49. (In Russ.).

## Введение

На сегодняшний момент во многих странах мира применяются водно-дизельные смеси, также именуемые водно-топливными эмульсиями (ВТЭ), в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Такую ВТЭ приготавливают заранее на специальной установке и с использованием различных аппаратов. Затем полученную ВТЭ заливают в топливный бак транспортных средств (ТС). В связи с этим возникает сложность в том, что если сразу такое топливо не израсходовано, то вода, входящая в состав эмульсии, может со временем расслоиться в топливной системе и ТС выйдет из строя. Проведенный анализ показывает, что жизнеспособность такой ВТЭ составляет около 20...30 суток. Поэтому чтобы эмульсия долгое время не расслаивалась, в нее добавляют различные эмульгирующие системы (эмульгаторы), в основном, поверхностно активные вещества. Стоимость таких эмульгаторов очень высокая из-за этого стоимость ВТЭ дороже, чем обычное топливо. Это обстоятельство и препятствует повсеместному использованию ВТЭ [1].

Исследованию ВТЭ с добавлением эмульгирующей системы посвящены многие работы [2–5], а вот применение топливных эмульсий без использования дорогостоящего эмульгатора изучено недостаточно хорошо, что является актуальной научной проблемой, требующей дальнейшего рассмотрения.

Для решения этой задачи, авторами предлагается не использовать дорогостоящие эмульгаторы, а приготавливать ВТЭ на ТС непосредственно перед эксплуатацией машины, пока не произошло расслоение смеси. Стоимость такой эмульсии существенно снижается, так как нет необходимости в добавлении эмульгирующей системы. Предлагаемый способ производства ВТЭ позволит полностью израсходовать смесь в камере двигателей внутреннего сгорания до утраты ее жизнеспособности. Реализация данного метода осуществляется с использованием системы приготовления и подачи ВТЭ в ДВС, на которую был получен патент [6]. В рамках решения заявленной проблемы разработан метод обработки углеводородного топлива [7] на борту транспортного средства и запатентовано предназначенное для этого устройство [8], которое предполагает использование струйно-кавитационного дозатора [9] и динамического аппарата [10], необходимых для приготовления ВТЭ.

Цель работы состоит в проведении анализа показателей впрыскивания ДТ и водно-топливной эмульсии, с добавлением 17% водной фазы на основе экспериментальных, приготовленной разработанными устройствами.

## Объекты и методы исследований

С целью исследования процесса приготовления ВТЭ была использована разработанная для опытов установка, которая показана на рис. 1. Компоненты ВТЭ (дизельное топливо и вода) помещаются в емкость 6. С использованием электрического насоса 5, компоненты подаются в динамический аппарат (ДА) 3, через шланг 2. В аппарате компоненты смеси подвергаются кавитационной обработке. В течение одной минуты ВТЭ приготавливается непрерывно, циклично по кругу. Готовая к применению эмульсия забирается топливоподкачивающим насосом через топливный шланг 7 в штатную топливную систему ДВС.

Для получения высокодисперсной и стабильной ВТЭ разработан и запатентован динамический аппарат [10]. Вначале была спроектирована 3D-модель аппарата, выполненная в системе автоматизированного проектирования SolidWorks-2016, затем по полученным чертежам изготовили динамический аппарат, детали которого представлены на рис. 2.

При визуальном анализе приготовленной ВТЭ можно сделать следующее заключение. За счет происходящей в ДА кавитации (в течение 1...2 минут после приготовления интенсивно выделяются пузырьки с воздухом) топливо насыщается воздухом. При частоте вращения ротора ДА равной 700 мин<sup>-1</sup> наблюдается равномерное распределение водных капель, средний размер которых по всему объему топлива составляет менее 2 мкм (рис. 3).

Для изучения работы дизельного двигателя на полученной водно-топливной эмульсии требуется исследовать процесс ее распыления через отверстия в распылителе форсунки [11].

Исследования проводились на образце летнего дизельного топлива марки ЕВРО, сорта «С», эко-

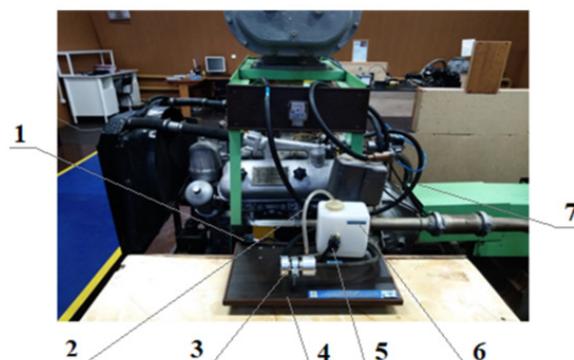


Рис. 1. Внешний вид экспериментальной установки: 1 – кнопка питания; 2 – топливный шланг; 3 – динамический аппарат; 4 – платформа установки; 5 – электрический насос; 6 – смешивательная емкость; 7 – топливный шланг для заборa ВТЭ

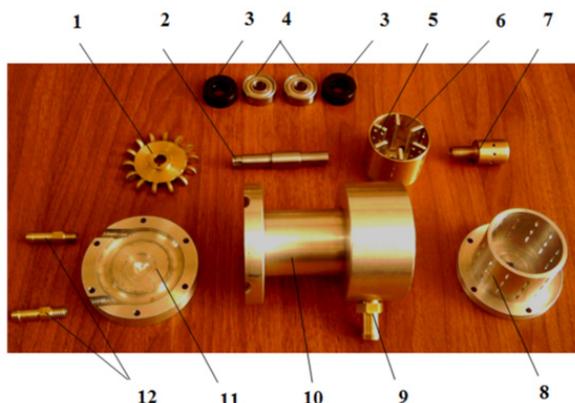


Рис. 2. Внешний вид деталей ДА: 1 – крыльчатка; 2 – вал привода; 3 – сальник; 4 – подшипник; 5 – крыльчатка ротора; 6 – ротор; 7 – дополнительный кавитатор; 8 – статор; 9 – штуцер, отводящий; 10 – корпус; 11 – крышка; 12 – штуцеры

логического класса К5 (ДТ-Л-К5) в соответствии с ГОСТ 32511–2013, которое было приобретено на автозаправочной станции. Это топливо использовали для приготовления ВТЭ. В состав ВТЭ включены два компонента: топливо ДТ-Л-К5 и дистиллированная вода в количествах 83% и 17% от всего объема топлива соответственно.

Сравнительный анализ проводился по результатам лабораторных исследований «Испытательной лаборатории нефтепродуктов» г. Воронежа. В соответствии с протоколом испытаний №27/21 от 22 января 2021 г., по определению плотности и фракционного состава образцов было установлено следующее. Топливо ДТ-Л-К5 не соответствует требованиям, указанным в ГОСТ 32511-2013, по плотности. Образец дизельного топлива имеет плотность 819 кг/м<sup>3</sup>. Согласно ГОСТу, она должна находиться в пределах 820...845 кг/м<sup>3</sup>. Плотность ВТЭ составила 824 кг/м<sup>3</sup>, что соответствует заявленному диапазону допустимых значений.

Объяснить повышение плотности у приготовленной смеси можно плотностью дистиллированной воды, превосходящей плотность дизельного топлива. При температуре 20 °С вода имеет плотность около 998 кг/м<sup>3</sup>. Ввиду чего, после кавитационной

обработки топлива с добавлением водного компонента в ДА, плотность ВТЭ повышается.

Опытные исследования по определению качественных и количественных показателей впрыскивания топлива ДТ-Л-К5 и водно-топливной эмульсии через отверстия в распылителе форсунки проводились с использованием стенда Т-9161-115 в соответствии с ГОСТ 10579–2017 [12].

### Результаты и их обсуждение

При проведении опытов температура воздуха составляла 15–17 °С, атмосферное давление 745 мм.рт.ст. В результате экспериментальных исследований были получены количественные характеристики цикловой подачи дизельного топлива и ВТЭ, полученные за 100 циклов впрыска (табл. 1).

На основании данных таблицы, можно сделать вывод, что при одинаковых условиях после проведения 100 циклов впрыскивания, цикловая подача впрыска ВТЭ возросла почти на 2,5%, по сравнению с обычным дизельным топливом.

Исходя из таблицы 1, определялась величина цикловой подачи (г/цикл) одного впрыска топлива ДТ-Л-К5 и приготовленной эмульсии через форсунку по зависимости:

$$q = \frac{V}{i}, \quad (1)$$

где V – жидкость, собранная мерной колбой, мм<sup>3</sup>/г; i – количество циклов.

Тогда цикловая подача летнего дизельного топлива (q<sub>дт</sub>) равна:

$$q_{дт} = \frac{21,62}{100} = 0,216 \text{ г/цикл.}$$

Цикловая подача водно-топливной эмульсии (q<sub>ВТЭ</sub>), соответственно, составляет:

$$q_{ВТЭ} = \frac{21,1}{100} = 0,221 \text{ г/цикл.}$$

Сравнение полученных значений показывает

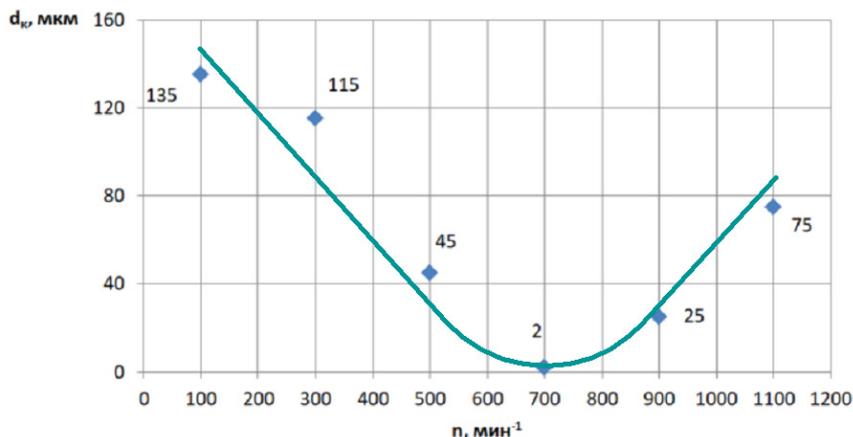


Рис. 3. Зависимость диаметра капель водной фазы в ВТЭ (d<sub>к</sub>) от частоты вращения ротора ДА (n)

Таблица 1 – Количественные характеристики цикловой подачи дизельного топлива и ВТЭ

№ эксперимента	Цикловая подача топлива		Разница цикловой подачи, %
	ВТЭ, гр.	ДТ, гр.	
1	21,95	21,32	2,95
2	22,23	21,89	1,55
3	22,11	21,64	2,17
Среднее значение распыла	22,1	21,62	2,22

то, что значение цикловой подачи ВТЭ на 0,005 граммов выше, чем топлива ДТ-Л-К5 из-за увеличения плотности ВТЭ на 4 кг/м<sup>3</sup>.

В экспериментальных исследованиях фиксировались следующие параметры струи:

- дальнобойность;
- угол раскрытия конуса;
- дисперсность распыливания топлива.

Впрыскиваемая струя в соответствии с ГОСТ 105179–2017 и как показано в работе [3], при визуальном наблюдении должна быть туманообразной, без сплошных струй и легко различимых сгущений.

Изучение процесса распыливания дизельного топлива и ВТЭ проводилось методом кинорегистрации. На рис. 4 показан внешний вид форсунки, через отверстия распылителя которой осуществлялось впрыскивание топлива ДТ-Л-К5 и приготовленной эмульсии.

Установлено, что при впрыскивании ВТЭ дальнобойность струи увеличивается на 5...10%. Наблюдается изменение угла распыления струи: при распыле ВТЭ угол раскрытия конуса больше на 3...5 градуса, а его ширина увеличивается до 10%. Туманообразность более насыщенная благодаря

увеличению объема топливного факела. Как видно из рис. 4, диспергирование пузырьков воздуха в ВТЭ приводит к разрушению ядра распыливаемой струи.

В работе [3] были получены результаты, основываясь на которых, можно предположить, что вследствие диспергирования пузырьков воздуха в ВТЭ, разрушающих ядро впрыскиваемой струи, происходит увеличение периферийной зоны, в которой содержатся более мелкие капли чем «сердцевина» струи.

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что при распыле водно-дизельной смеси присутствуют физические процессы, улучшающие качество распыла благодаря насыщению дизельного топлива воздухом и водой. Существует оптимальное насыщение (SB опт.) топлива воздухом, которое составляет порядка 40...50%. При нем достигается максимальное улучшение показателей работы двигателя как экономических, так и экологических. Оптимальное насыщение топлива воздухом способствует уменьшению периода задержки воспламенения, как показано в источниках [13–15].

Полученные результаты подтвердились натурными испытаниями на тракторе МТЗ-80, с дизельным двигателем Д-241. До проведения испытаний техническое обслуживание машины осуществляли согласно регламенту для подготовки агрегата к весенне-полевым работам.

Перед испытаниями была проведена комплексная диагностика двигателя Д-241, которая подтвердила техническую исправность двигателя и его пригодность к полевым испытаниям с применением ВТЭ, приготовляемой по предложенной технологии, при ее своевременной подаче в систему питания.

Израсходованное топливо измерялось мерной емкостью. Необходимое количество топлива, соответствующее началу испытаний, наполняло тарированную колбу до определенной отметки, что



а)



б)

Рис. 4. Распылитель форсунки: а) впрыск дизельного топлива б) впрыск водно-топливной эмульсии

Таблица 2 – Контролируемые параметры трактора МТЗ-80 при использовании топлива ДТ-Л-К5

№ эксперимента	Расход топлива по заправке	Пройденная дистанция, км.	Давление в шинах, МПа.	Атмосферное давление, мм.рт.ст.	Влажность, %	Температура воздуха, °С
1	9,2	15	0,2	745	58	19
2	9,4	15	0,2	745	60	19,5
3	9,3	15	0,2	743	59	20

Таблица 3 – Контролируемые параметры трактора МТЗ-80 при использовании ВТЭ

№ эксперимента	Расход топлива по заправке, л	Пройденная дистанция, км	Давление в шинах, МПа	Атмосферное давление, мм.рт.ст.	Влажность, %	Температура воздуха, °С
1	7,7	15	0,2	744	60	19
2	7,6	15	0,2	744	56	19,5
3	7,8	15	0,2	745	58	20

служило показателем израсходованного топлива в ходе опытных работ [16].

Испытания проводились под нагрузкой, для чего прицеп нагружался сахарной свеклой весом 1600 кг. По результатам взвешиваний фактическая масса прицепа и груза составила 3400 кг, что не превышает грузоподъемности трактора МТЗ-80, которая согласно техническим характеристикам равна 3650 кг [17].

Равномерное движение обеспечивалось путем проведения испытаний на ровном участке дороги без больших дефектов асфальтного покрытия, перепадов рельефа местности, выбоин, ям и поворотов. Этим требованиям соответствует участок дороги Эртильского района длиной 7,5 км в одну сторону между населенными пунктами Верхняя Плавица и Малый Самовец. Согласно ГОСТ Р 50597-93 [18] по качеству покрытия выбранный участок относится к дороге 3 класса.

Измерения осуществлялись после одного проезда трактора дистанции в 15 км на выбранном участке дороги. Предварительно двигатель прогревался до рабочей температуры, глушился, и топливная емкость, установленная для опытных испытаний, заполнялась до верхней отметки [19]. Было проведено 6 повторений описанного эксперимента. Вначале осуществлялась серия

из трех опытов на летнем дизельном топливе, результаты которых представлены в табл. 2.

На следующем этапе натурных испытаний трактор МТЗ-80 оборудовали устройствами для приготовления и своевременной подачи ВТЭ в систему питания. Полученные результаты работы трактора на приготовленной эмульсии представлены в табл. 3.

Анализируя данные из таблиц 2 и 3, можно сделать вывод об эффективности применения предлагаемой технологии. Средний расход топлива составил при работе на дизельном топливе и приготовленной ВТЭ без добавления эмульгатора составил 9,3 и 7,7 л соответственно.

### Выводы

Таким образом, разработанная технология приготовления ВТЭ с использованием предлагаемых устройств позволяет сократить средний расход топлива на 17%. Это достигается благодаря улучшению качественных и количественных показателей распыления топлива через отверстия в распылителе форсунки, что было установлено в ходе визуального-сравнительного анализа. Кроме того, описанная методика исключает необходимость в применении дорогостоящих эмульгирующих систем для приготовления водно-топливной эмульсии.

### Литература

- [1] Ломовских А.Е. Использование водно-топливной эмульсии в карбюраторных ДВС // Журнал «Инженерная физика», № 3, 2010. С.37–39.
- [2] Буклагина Г.В. Опыт модернизации тракторов МТЗ в Батыревской сельхозтехнике Чувашской Республики [Текст] / Буклагина Г.В. // Инженерно-техническое обеспечение АПК: реферативный журнал, 2002. № 2. С. 391.
- [3] Свистула А.Е. Повышение показателей рабочего процесса дизеля улучшением смесеобразования и

### References

- [1] Lomovskih A.E. Ispol'zovanie vodno-toplivnoj jemul'sii v karbjuratornyh DVS [The use of water-fuel emulsion in carburetor internal combustion engines], Inzhenernaja fizika, 2010, No. 3, pp. 37–39.
- [2] Buklagina G.V. Opyt modernizacii traktorov MTZ v Batyrevskoj sel'hoztehnikе Chuvashskoj Respubliki [Experience of modernization of MTZ tractors in Batyrevskaya agricultural machinery of the Chuvash Republic], Inzhenerno-tehnicheskoe obespechenie APK: referativnyj zhurnal, 2002. No. 2. pp. 391.

- сгорания: автореф. дис. доктор. техн. Наук. Барнаул, 2007. 35 с.
- [4] Ложкин В.Н., Пименов Ю.А., Сафиуллин Р.Н., Акодес А.А. Улучшение экологических показателей автомобильных дизелей путем применения водно-топливных эмульсий // Материалы научно-практической конференции, 2005. 67–76 с.
- [5] Акулов Н.И. Разработка процессов получения эмульсий водно-спиртовых растворов в бензине в роторных аппаратах с модуляцией потока и их коагуляция. М.: Наука, 2005. 202 с.
- [6] Патент №2390649 Российская Федерация МПК F02M 25/00, F02B47/02/Ломовских А.Е., Воробьев Ю.В., Тетюриков В.Б. Система для приготовления и подачи ВТЭ в ДВС // Заявка №2007127031 опубл. 16.07.07. 18 с.
- [7] Патент № 2498094 Российская Федерация МПК 7 F 02B47/02. Борисов С.В., Иванов В.П., Ломовских А.Е., Капустин Д.Е., Сысоев И.П. Способ обработки углеводородного топлива для двигателей внутреннего сгорания // Заявка № 2011133257; заявл. 08.08.2011. 14 с.
- [8] Патент №2469199 RU МПК 7 F 02B47/02. Устройство для обработки углеводородного топлива /А.Е. Ломовских, В.П. Иванов, Д.Е. Капустин и др. // Заявка №2011132517/06 опубл. 10.12.2012. 7 с.
- [9] Патент №2352805 Российская Федерация МПК F02 M 25/00. Струйно-кавитационный эжектор для приготовления ВТЭ / Ломовских А.Е., Воробьев Ю.В., Дупляк В.П. // Заявка №2007139864 опубл. 30.10.07. 26 с.
- [10] Патент № 2509602 Российская Федерация МПК B01F 7/14. А.Е. Ломовских, В.П. Иванов и др. Роторно-пульсационный аппарат для приготовления водно-топливной эмульсии // Заявка №2011132519/15 опубл. 10.02.2013. 6 с.
- [11] Канищев А.С., Сазонов С.Н., Родионов Ю.В., Ломовских А.Е., Борисов С. В. Экспериментальные исследования по определению показателей впрыска водно-дизельной смеси // Наука в центральной России. 2021. № 2 (50). С. 61-70.
- [12] ГОСТ 10579–2017. Форсунки дизелей. Технические требования и методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 2018. 8 с.
- [13] Ломовских А.Е. Влияние топливных эмульсий на экологические и экологические характеристики ДВС / Иванов В.П., Илларионов В.В., Капустин Д.Е. // Вестник ВАИУ, выпуск № 4 (11), 2010. С.159–164.
- [14] Ломовских А.Е. Приготовление топливных эмульсий для двигателей внутреннего сгорания военной техники на основе роторно-пульсационного аппарата / Иванов В.П., Илларионов В.В., Татаринов В.В. // Журнал «Наукоемкие технологии», № 3, 2012. С.65–68.
- [15] Долинский А.А., Иваницкий Г.К. Принципы разработки новых энергосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода энергии. Пром. Теплотехника. Т.19. № 4–5. 1997. С. 13–25.
- [16] ГОСТ 22576–1990. Автотранспортные средства.
- [3] Svistula A.E. Povyshenie pokazatelej rabocheho processa dizelja uluchsheniem smeseobrazovaniya i sgoraniya: avtoref. dis. doktor. tehn. nauk [Improving the performance of the diesel engine working process by improving mixture formation and combustion. Dr. tech. sci. abstract dis.]. Barnaul, 2007. 35 p.
- [4] Lozhkin V.N., Pimenov Ju.A., Safiullin R.N., Akodes A.A. Uluchshenie jekologicheskikh pokazatelej avtomobil'nyh dizelej putem primenenija vodno-toplivnyh jemul'sij [Improving the environmental performance of automotive diesel engines by using water-fuel emulsions], Materialy nauchno-prakticheskoi konferencii, 2005, pp. 67–76.
- [5] Akulov N.I. Razrabotka processov polucheniya jemul'sij vodno-spirtovyh rastvorov v benzine v rotornyh apparatah s moduljaciej potoka i ih koaguljacija [Development of processes for obtaining emulsions of water-alcohol solutions in gasoline in rotary apparatus with flow modulation and their coagulation]. Moscow, Nauka, 2005, 202 p.
- [6] Lomovskih A.E., Vorob'ev Ju.V., Tetjurikov V.B. Sistema dlja prigotovlenija i podachi VTJe v DVS [System for the preparation and supply of water-fuel emulsions in the internal combustion engine]. Patent RF, no. 2390649, 2007.
- [7] Borisov S.V., Ivanov V.P., Lomovskih A.E., Kapustin D.E., Sysoev I.P. Sposob obrabotki uglevodorodnogo topliva dlja dvigatelej vnutrennego sgoraniya [Method for processing hydrocarbon fuel for internal combustion engines]. Patent RF, no. 2498094, 2011.
- [8] Lomovskih A.E., Ivanov V.P., Kapustin D.E. i dr. Ustrojstvo dlja obrabotki uglevodorodnogo topliva [Hydrocarbon fuel processing device]. Patent RF, no. 2469199, 2012.
- [9] Lomovskih A.E., Vorob'ev Ju.V., Dupljak V.P. Strujno-kavitacionnyj jezhektor dlja prigotovlenija VTJe [Jet cavitation ejector for preparing water-fuel emulsions]. Patent RF, no. 2352805, 2007.
- [10] Lomovskih A.E., Ivanov V.P. i dr. Rotornopul'sacionnyj apparat dlja prigotovlenija vodno-toplivnoj jemul'sii [Rotary-pulsating apparatus for the preparation of water-fuel emulsion]. Patent RF, no. 2509602, 2013.
- [11] Kanishchev A.S., Sazonov S.N., Rodionov Yu.V., Lomovskikh A.E., Borisov S. V. Eksperimental'nye issledovaniya po opredeleniyu pokazatelei vpryska vodno-dizel'noi smesi [Experimental studies to determine the parameters of injection of a water-diesel mixture]. Nauka v tsentral'noi Rossii, 2021. No. 2 (50), pp. 61-70.
- [12] GOST 10579–2017. Forsunki dizelej. Tehnicheskie trebovaniya i metody ispytanij [State Standard 10579–2017 Diesel injectors. Technical requirements and test methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2018. 8 p.
- [13] Lomovskih A.E., Ivanov V.P., Illarionov V.V., Kapustin D.E. Vlijanie toplivnyh jemul'sij na jekologicheskie i jekologicheskie harakteristiki DVS [Influence of fuel emulsions on the ecological and ecological characteristics of internal combustion engines], Vestnik VAIU, 2010. No. 4 (11), pp.159–164.

- Скоростные свойства. М.: Изд-во стандартов, 1990. 20 с.
- [17] ГОСТ 54810–2011. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 2011. 46 с.
- [18] ГОСТ Р 50597–93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. М.: Изд-во стандартов, ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2017. 28 с.
- [19] ГОСТ 19677–87. Тракторы сельскохозяйственные. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1987. 19 с. The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production / L Yang, QS He, K Corscadden, CC Udenigwe. Biotechnology Reports, 2015, vol. 5, pp 77–88.
- [14] Lomovskih A.E. Ivanov V.P., Illarionov V.V., Tatarinov V.V. Prigotovlenie toplivnyh jemul'sij dlja dvigatelej vnutrennego sgoranija voennoj tehniky na osnove rotorno-pul'sacionnogo apparata [Preparation of fuel emulsions for internal combustion engines of military equipment based on a rotary-pulsating apparatus], Naukoemkie tehnologii, 2012. No. 3, pp. 65–68.
- [15] Dolinskij A.A., Ivanickij G.K. Principy razrabotki novyh jenergosberegajushhij tehnologij i oborudovaniya na osnove metodov diskretno-impul'snogo vvoda jenerгии [Principles of development of new energy-saving technologies and equipment based on methods of discrete-pulse energy input]. Promyshlennaya teplotekhnika, 1997. Vol. 19 No. 4-5, pp. 13–25.
- [16] GOST 22576–1990. Avtotransportnye sredstva. Skorostnye svojstva. [State Standard 22576–1990 Motor vehicles. Velocity properties]. Moscow, Standartinform Publ., 1990. 20 p.
- [17] GOST 54810–2011. Avtotransportnye sredstva. Toplivnaja jekonomichnost'. Metody ispytaniy. [State Standard 54810–2011 Motor vehicles. Fuel efficiency. Test methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. 46 p.
- [18] GOST R 50597–93. Avtomobil'nye dorogi i ulicy. Trebovaniya k jekspluatacionnomu sostojaniju, dopustimomu po uslovijam obespechenija bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija. [State Standard 50597–93 Highways and streets. Requirements for the operational state permissible under the conditions of ensuring road safety]. Moscow, Standartinform Publ., 2017. 28 p.
- [19] GOST 19677–87. Traktory sel'skhozajstvvennye. Obshhie tehicheskie uslovija. [State Standard 19677–87 Agricultural tractors. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 1987. 19 p.

#### Сведения об авторах

#### Information about the authors

<p><b>Ломовских Александр Егорович</b> кандидат технических наук доцент кафедры ФГКВОУ ВО «ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54 а <b>Тел.:</b> +7(995) 094-12-60 <b>E-mail:</b> lomovskih1979@yandex.ru</p>	<p><b>Lomovskih Alexander Egorovich</b> PhD in Technical Sciences associate professor at the department of Federal State Official Military Educational Institution of Higher Education “Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy” <b>Phone:</b> +7(995) 094-12-60 <b>E-mail:</b> lomovskih1979@yandex.ru</p>
<p><b>Борисов Сергей Владимирович</b> заведующий лаборатории ФГКВОУ ВО «ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54 а <b>Тел.:</b> +7(952) 555-99-34 <b>E-mail:</b> sergeevich2105219@yandex.ru</p>	<p><b>Borisov Sergey Vladimirovich</b> head of the laboratory Federal State Official Military Educational Institution of Higher Education “Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy” <b>Phone:</b> +7(952) 555-99-34 <b>E-mail:</b> sergeevich2105219@yandex.ru</p>

<p><b>Родионов Дмитрий Юрьевич</b> студент кафедры ТОГАПОУ «Колледж техники и технологии наземного транспорта им. М.С. Солнцева» ТОГАПОУ «Колледж техники и технологии наземного транспорта им. М.С. Солнцева» 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 193 <b>Тел.:</b> +7(475) 263-04-59 <b>E-mail:</b> rodionow.u.w@rambler.ru</p>	<p><b>Rodionov Dmitriy Yurievich</b> student of the department College of Engineering and Technology of Land Transport named after M. S. Solntsev College of Engineering and Technology of Land Transport named after M. S. Solntsev <b>Phone:</b> +7(475) 263-04-59 <b>E-mail:</b> rodionow.u.w@rambler.ru</p>
<p><b>Скоморохова Анастасия Игоревна</b> магистрант кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 <b>Тел.:</b> +7(475) 263-04-59 <b>E-mail:</b> nasta373@mail.ru</p>	<p><b>Skomorokhova Anastasia Igorevna</b> undergraduate of the department «Computer-integrated systems in mechanical engineering» Tambov State Technical University <b>Phone:</b> +7(475) 263-04-59 <b>E-mail:</b> nasta373@mail.ru</p>

# ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

## ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 637.5

### Состояние производства колбасных изделий в России

*Зимняков В.М., Курочкин А.А.*

**Аннотация.** Рассматривается современное состояние рынка колбасных изделий. Приводится анализ объемов производства как в целом по Российской Федерации, так и в разрезе федеральных округов. По итогам 2020 года объем производства колбасных изделий в России составил порядка 2340 тыс. тонн, что на 65 тыс. тонн или 2,9% больше, чем в 2019 году. В региональном разрезе 43% колбасных изделий производится в Центральном федеральном округе и 22% – в Приволжском, которые являются регионами-донорами для остальных округов РФ. Описывается структура потребления колбасных изделий по видам, в структуре потребления колбасных изделий самое большое место занимают сосиски – 27,4%, на втором месте находятся вареные колбасы – 27,1% и третью строчку занимают варено-копченые колбасы – 11%. Анализируются средние цены на колбасные изделия в период 2017-2019 годы, в стоимостном выражении рынок колбасных изделий увеличивается вследствие роста цен. Рассматривается динамика экспортных поставок колбасных изделий. Импорт и экспорт колбасных изделий в настоящее время составляют небольшую долю и не являются значимым фактором, влияющим на объем среднелюдиного потребления колбас в России. Доля импорта в структуре объема рынка незначительная и в 2020 году составила 1,5%. Дается прогноз продаж колбасных изделий на перспективу.

**Ключевые слова:** колбасные изделия, производство, объемы, рынок, анализ, импорт, экспорт, перспективы.

**Для цитирования:** Зимняков В.М., Курочкин А.А. Состояние производства колбасных изделий в России // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 50–55.

### The state of sausage production in Russia

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

**Abstract.** The current state of the sausage market is considered. The analysis of production volumes is given both in the Russian Federation as a whole and in the context of federal districts. By the end of 2020, the volume of sausage production in Russia amounted to about 2,340 thousand tons, which is 65 thousand tons or 2.9% more than in 2019. In the regional context, 43% of sausage products are produced in the Central Federal District and 22% in the Volga Region, which are donor regions for the rest of the districts of the Russian Federation. The structure of sausage consumption by type is described, sausages occupy the largest place in the structure of sausage consumption – 27.4%, boiled sausages are in second place – 27.1% and boiled and smoked sausages occupy the third place - 11%. The average prices for sausage products in the period 2017-2019 are analyzed, in value terms, the sausage market is increasing due to price increases. The dynamics of export supplies of sausage products is considered. The import and export of sausage products currently account for a small proportion and are not a significant factor affecting the volume of per capita consumption of sausages in Russia. The share of imports in the structure of the market volume is insignificant and in 2020 amounted to 1.5%. The forecast of sales of sausage products for the future is given.

**Keywords:** sausage products, production, volumes, market, development, import, export,

prospects.

**For citation:** Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. The state of sausage production in Russia. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 50–55. (In Russ.).

## Введение

Современный рынок колбасных изделий играет важную роль в системе продовольственного обеспечения населения нашей страны. Колбасные изделия занимают большую долю в рационе современного потребителя, как в натуральном выражении, так и денежном. Колбасные изделия - довольно популярный продукт на отечественном мясном рынке, и это обусловлено рядом причин и специфических обстоятельств: хорошие вкусовые качества; большой ассортимент по цене и качеству; относительно приемлемая стоимость по сравнению с другими видами данной категории продуктов питания; не требует приготовления; достаточно большой срок годности. Колбасные изделия выпускаются в большом ассортименте [6].

Целью работы является изучение современного состояния производства колбасных изделий в России.

## Объекты и методы исследований

Объектом исследования является производство колбасных изделий. Инструментарно-методический аппарат исследования основан на применении базовых научных подходов, которые весьма широко используются в современных исследованиях явлений и процессов экономического характера, в частности: системный, ситуационный и диалектический. Кроме того, на основе обозначенных подходов были использованы следующие методы: сравнения, экспертная оценка, анализ, синтез, рефлексия, обобщение, конкретизация, абстрагирование, классификация, графический метод, а также литературные источники. Методикой исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные

общностью системного подхода к проблемам производства колбасных изделий [1,6].

## Результаты и их обсуждение

Объем рынка колбасных изделий за последнее время достаточно стабилен. Изменения в объеме, как правило, не превышают 2%. С 2015 года объем производства колбасных изделий уменьшался до 2020 года со среднегодовыми темпами 1,5%. По итогам 2020 года объем производства колбасных изделий составил порядка 2340 тыс. тонн, что на 65 тыс. тонн или 2,9% больше, чем в 2019 году (Рис. 1).

В региональном разрезе 43% колбасных изделий производится в Центральном федеральном округе и 22% – в Приволжском, которые являются регионами-донорами для остальных округов РФ (Рис. 2).

Рассматривая потребительские предпочтения на колбасные изделия, можно отметить, что в структуре потребления колбасных изделий самое большое место занимают сосиски – 27,4%, на втором месте находится вареная колбаса – 27,1% и третью строчку занимают варено-копченые колбасы – 11% (Рис.3). На основании этого можно сделать вывод, что популярным видом колбасных изделий являются продукты вареной группы – вареная колбаса, сосиски и сардельки. Они наиболее применимы для ежедневного использования в отличие от сырокопченых и сыровяленых колбас [8].

На рынке отмечается высокий уровень конкуренции, однако основная борьба происходит между крупными игроками. Мелкие и средние компании имеют собственные рынки сбыта, и их преимущество перед крупными состоит в том, что они, как правило, более гибко приспосабливаются

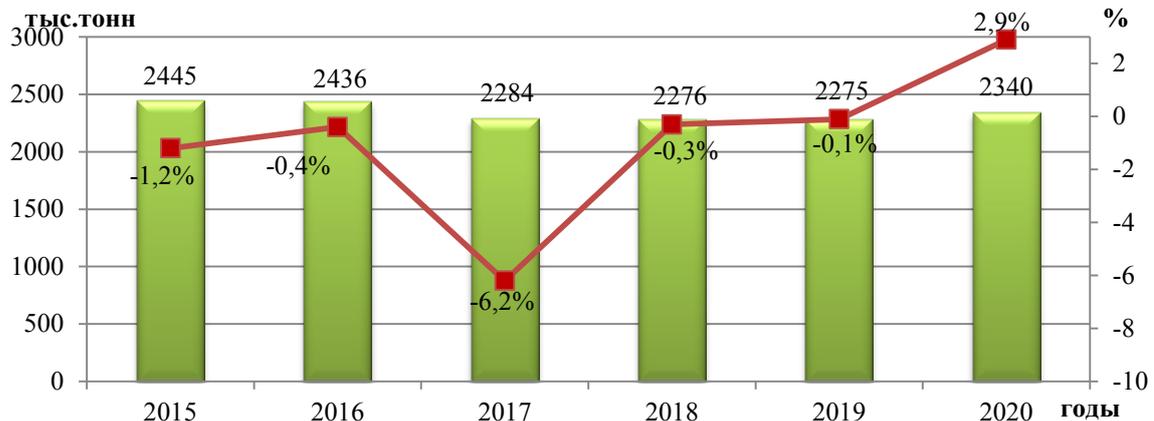


Рисунок 1 – Динамика производства колбасных изделий в России, тыс. тонн

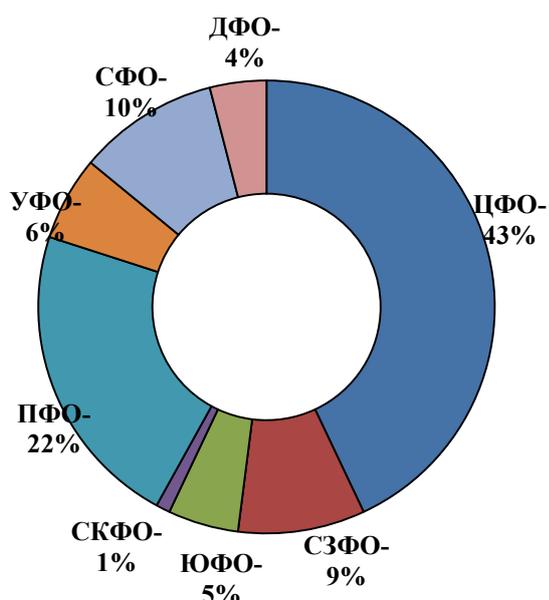


Рисунок 2 – Структура производства колбасных изделий в России в 2020 году по федеральным округам, %

Таблица 1 – ТОП-10 производителей колбасных изделий на основании потребительских предпочтений за 2020 год

Номер	Производитель	Доля, %
1	ОАО «Останкинский мясоперерабатывающий комбинат»	10,6
2	ООО «Царицыно»	8
3	ОАО «Черкизовский мясоперерабатывающий завод»	6
4	ЗАО «Аби Продакт» (Аби продакт)	5,7
5	ООО «Велком мясоперерабатывающий комбинат»	4,8
6	ООО «Мясокомбинат Клинский»	3,8
7	ООО «МПК Атяшевский»	3,4
8	ООО «Дмитрогорский продукт»	3,3
9	ООО «Мираторг»	3,3
10	ООО «МПЗ» «Рублевский»	3,2
	Остальные	47,9

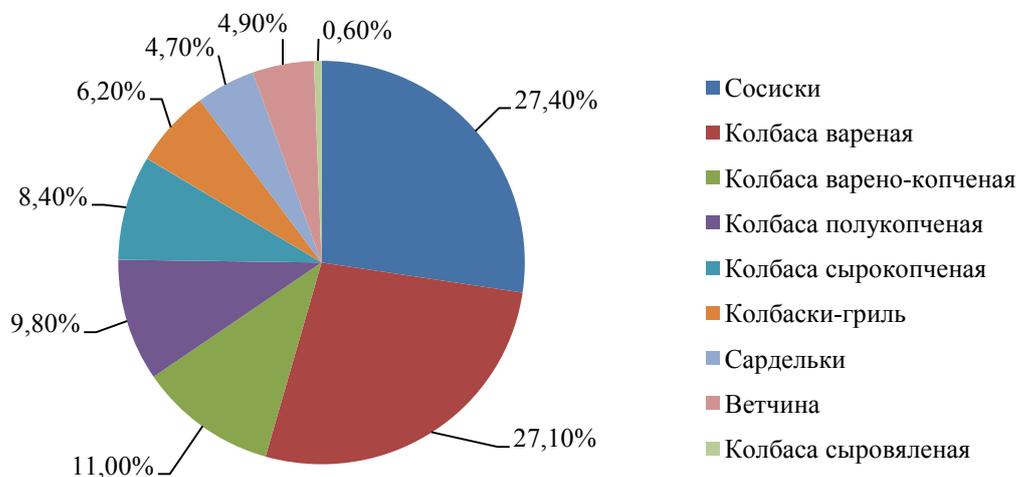


Рисунок 3 – Потребительские предпочтения на колбасные изделия, %

Таблица 2 – Средние цены на основные виды колбасных изделий, в рублях

Вид изделия	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Колбасы вареные	215,4	216,1	218,6
Колбасы сырокопченые	425	430,9	443,5
Колбасы полукопченые	264,4	272,2	277,9
Сосиски и сардельки	196,3	202,8	209,7

к изменяющимся условиям на рынке [2,3,4]. На основании потребительских предпочтений за 2020 год была выделена десятка производителей наиболее популярных среди россиян колбасных изделий (табл. 1).

На ТОП-10 производителей колбасных изделий приходится более половины продаж колбасных изделий в России. Потребитель выбирает колбасную продукцию таких торговых марок как «Останкино», «Царицыно», «Черкизово», «Аби Продакт», «Велком». Причиной этого является не только доверие данным производителям, их известность или реклама, но и цена. У этих производителей огромный ассортимент колбасной продукции по доступным для большинства потребителей ценам [1].

Средние цены производителей на основные виды колбасных изделий в период 2017– 2019 годы показывали стабильную динамику плавного повышения, которая, в первую очередь, зависит от стоимости сырьевых компонентов и прочих издержек производителей. В 2019 году цены на вареные колбасы составили 218,6 руб./кг, на сырокопченые колбасы – 443,5 руб./кг, на полукопченые колбасы – 277,9 руб./кг, на сырокопченые колбасы – 430,9 руб./кг. Средняя цена на сосиски и сардельки составила 209,7 руб./кг. [9] (Табл. 2).

Анализируя критерии потребительского выбора колбасных изделий, можно отметить, что



Рисунок 4 – Критерии потребительского выбора колбасных изделий, %

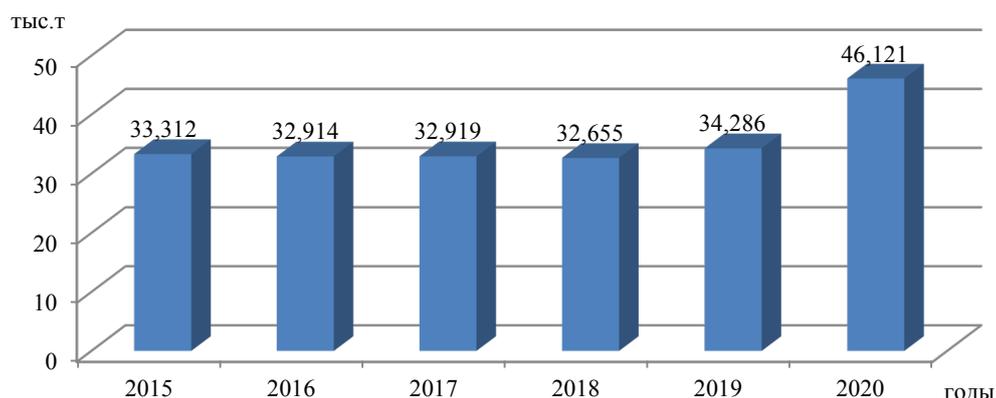


Рисунок 5 – Экспорт колбасных изделий, тыс. тонн

на первом месте стоит цена – 55,6%, следующий показатель – свежесть продукции – 49,5%, много внимания уделяется составу колбасных изделий – 41,5% (Рис. 4).

Импорт и экспорт колбасных изделий в настоящее время составляют небольшую долю и не являются значимым фактором, влияющим на объём среднелюдиного потребления колбас в России. Доля импорта в структуре объёма рынка незначительная и в 2020 году составила 1,5%. Весьма важным моментом в балансе внешней торговли стало снижение импорта [1,5,9].

В 2020 году российский экспорт колбасной продукции вырос на 26% по сравнению с 2019 годом и составил 46,121 тыс. тонн (Рис. 5). Больше всего колбасных изделий из России поставляется в страны бывшего СССР. Лидером остается Казахстан, который в 2020 году закупил российскую продукцию такого вида в объеме 33 тыс. тонн, что соответственно на 22% больше в сравнении с 2019-м. Экспорт на Украину увеличился на 54% в натуральном выражении (до 5,8 тыс. тонн). Азербайджан нарастил импорт российской колбасной продукции на 43% до 3,6 тыс. тонн [8].

Для более полного удовлетворения потребностей населения в продукции высокого качества необходимо увеличить выработку мяса и мясных продуктов отечественного производства, что является одной из основных задач развития

мясной отрасли АПК. Важно не только увеличить общий объем производства, но и обеспечить наиболее полное использование всех видов сырья, т. е. повысить съём продукции с каждой тонны перерабатываемого убойного скота и птицы, улучшить качество, пищевую ценность и товарные показатели продукции, разнообразить ассортимент мясных продуктов.

Исходя из анализа российского рынка колбасных изделий, можно сделать вывод, что основным спросом среди потребителей пользуются вареные колбасы, а также сосиски и сардельки, затем уже другие виды колбасных изделий. Важным фактором при приобретении колбасных изделий является соотношение качества и цены, однако с каждым годом потребительская цена на колбасную продукцию продолжает увеличиваться, что негативно сказывается на покупателях со средним и низким уровнем доходов, именно поэтому необходимо разрабатывать экономически-выгодную рецептуру [7].

### Выводы

1. Самым популярным видом колбасных изделий в стране являются продукты вареной группы. В структуре потребления колбасных изделий самое большое место занимают сосиски – 27,4%, на втором месте находится вареная колбаса – 27,1% и тре-

тью строчку занимают варено-копченые колбасы – 11%. Они наиболее применимы для ежедневного использования в отличие от сырокопченых и сыровяленых колбас.

2. По итогам 2020 года объем производства колбасных изделий в России составил порядка 2340 тыс. тонн, что на 65 тыс. тонн или 2,9% больше, чем в 2019 году.

## Литература

- [1] Асфондьярова, И.В. Анализ состояния рынка колбасных изделий в России / И.В. Асфондьярова, А.И. Гаврикова // В сборнике: Научные исследования молодых ученых. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. – 2020. – С. 85-91.
- [2] Батина, Е. А. Обзор российского рынка производства колбасных изделий / Е. А. Батина, Н. Г. Соколова // Огарев-online. – 2018. – № 1. – Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://journal.mrsu.ru/arts/obzor-rossijskogo-rynka-proizvodstva-kolbasnyxizdelij].
- [3] Зимняков, В.М. Продовольственная безопасность и развитие мясного подкомплекса региона / В.М. Зимняков, И.А. Сергеева, А.Ю. Сергеев // Нива Поволжья. 2012. № 4 (25). С. 105-109.
- [4] Зимняков, В.М. Стратегия развития продуктовых подкомплексов / В.М. Зимняков, В.А. Гудашев, А.Ю. Сергеев // Нива Поволжья. – 2017. – № 4 (45). – С. 55-62.
- [5] Зимняков, В.М. Производство колбасных изделий в России / В.М. Зимняков // Инновационная техника и технология. 2020. – № 1 (22). – С. 49-54.
- [6] Котарев, А.В. Рынок колбасных изделий России: динамика, тенденции, перспективы / А.В. Котарев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. – № 2. – С. 40-45.
- [7] Кулиева, А.Р. Анализ российского рынка колбасных изделий / А.Р. Кулиева, А.В. Степанов // Молодежь и наука. – 2018. – № 4. – С. 99.
- [8] Нифарошкина Е.А. Анализ российского рынка колбасных изделий из нетрадиционного сырья / Е.А. Нифарошкина, В.И. Галигузов, Е.Е. Иванова // В сборнике: Теория и практика эффективности государственного и муниципального управления. Сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией И.В. Припадчевой. Курск, 2021. – С. 177-181.
- [9] Осянин, Д.Н. Российский рынок колбасных изделий – перспективы развития / Д.Н. Осянин, И.В. Петрунина // Все о мясе. – 2019. – № 6. – С. 18-21.

3. Импорт и экспорт колбасных изделий в настоящее время составляют небольшую долю и не являются значимым фактором, влияющим на объём среднедушевого потребления колбас в России. Доля импорта в структуре объема рынка незначительная и в 2020 году составила 1,5%. Весьма важным моментом в балансе внешней торговли стало снижение импорта.

## References

- [1] Asfond'yarova I.V., Gavrikova A.I. Analiz sostoyaniya rynka kolbasnyh izdelij v Rossii [Analysis of the state of the sausage market in Russia]. V sbornike: Nauchnye issledovaniya molodyh uchenykh. Sbornik statej VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. V 2-h chastyah. [In the collection: Scientific research of young scientists. Collection of articles of the VIII International Scientific and Practical Conference. In 2 parts], 2020, pp. 85-91.
- [2] Zimnyakov V.M., Sergeeva I.A., Sergeev A.YU. Prodovol'stvennaya bezopasnost' i razvitie myasnogo podkompleksa regiona [Food security and development of the region's meat subcomplex]. Niva Povolzh'ya, 2012, No.4 (25), pp. 105-109.
- [3] Zimnyakov V.M., Gudashev V.A., Sergeev A.YU. Strategiya razvitiya produktovyh podkompleksov [Strategy for developing product subcomplexes]. Niva Povolzh'ya, 2017, No.4(45), pp. 55-62.
- [4] Palatkin I. V., Kurochkin A. A., Avrorov V. A., Shaburova G. V., Tukova d. c., Zimnyakov, V. M., Chistyakov V. P., Zotova O. B., Belov A. B., Ilyasov A.V. Metodicheskie rekomendacii po texnicheskomu i texnologicheskomu obespecheniyu sel'skoxozyajstvenny'x potrebitel'skix kooperativov po pererabotke myasa [Guidelines for technical and technological support of agricultural consumer cooperatives for meat processing], Penza, 2008. 172 p.
- [5] Zimnyakov V.M. Proizvodstvo kolbasnyh izdelij v Rossii [Sausage production in Russia]. Innovative equipment and technology, 2020, No. 1 (22), pp. 49-54.
- [6] Kotarev A.V. Rynok kolbasnyh izdelij Rossii: dinamika, tendencii, perspektivy [Russian sausage market: dynamics, trends, prospects] Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy, 2020, No. 2, pp. 40-45.
- [7] Kulieva A.R., Stepanov A.V. Analiz rossijskogo rynka kolbasnyh izdelij [Analysis of the Russian sausage market ], Youth and science, 2018, No. 4, pp. 99.
- [8] Nifaroshkina E.A., Galiguzov V.I., Ivanova E.E. Analiz rossijskogo rynka kolbasnyh izdelij iz netradicionnogo syr'ya [Analysis of the Russian market of sausage products from non-traditional raw materials]. V sbornike: Teoriya i praktika effektivnosti gosudarstvennogo i municipal'nogo upravleniya. Sbornik nauchnyh statej 3-j Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Pod redakciej I.V. Pripadchevoj. Kursk, [ In

the collection: Theory and practice of the effectiveness of state and municipal management. Collection of scientific articles of the 3rd All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. Edited by I.V. Pripadcheva. Kursk], 2021, pp. 177-181.  
 [9] Osyanin D.N., Petrunina I.V. Rossijskij rynek kolbasnyh izdelij – perspektivy razvitiya [The Russian sausage market - prospects for development]. All about meat, 2019, No.6, pp. 18-21.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Зимняков Владимир Михайлович</b>                  доктор экономических наук                  профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции»                  ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»                  440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30  <b>Тел.:</b> +7(927) 444-33-22  <b>E-mail:</b> zimnyakov@bk.ru</p>	<p><b>Zimnyakov Vladimir Mikhailovich</b>                  D.Sc. in Economics                  professor at the department of «Agricultural products processing»                  Penza State Agrarian University  <b>Phone:</b> +7(927) 444-33-22  <b>E-mail:</b> zimnyakov@bk.ru</p>
<p><b>Курочкин Анатолий Алексеевич</b>                  доктор технических наук                  профессор кафедры «Пищевые производства»                  ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»                  440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11  <b>Тел.:</b> +7(927) 382-85-03  <b>E-mail:</b> anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p><b>Kurochkin Anatoly Alekseevich</b>                  D.Sc. in Technical Sciences                  professor at the department of «Food productions»                  Penza State Technological University  <b>Phone:</b> +7(927) 382-85-03  <b>E-mail:</b> anatolii_kuro@mail.ru</p>

## ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## ENVIRONMENTAL PROTECTION

УДК 631.45

### Влияние куриного помета на физические характеристики почвы

*Потапов М.А., Фролов Д.И.*

**Аннотация.** В статье рассмотрено влияние свежего и компостированного куриного помета на физические характеристики почвы. Свежий и компостированный куриный помет (от 0 до 4%) смешивали с почвой, а затем инкубировали в течение 90 дней. В конце инкубационного периода некоторые определяли физические свойства почвы тесно связанные с агрегацией почвы (гидравлическая проводимость, водостойкие агрегаты, пористость и доступная влага). По мере увеличения внесения дозировки свежего и компостированного куриного помета в почвенных смесях количество водостойких агрегатов, гидравлическая проводимость и пористость увеличивались, а доступное содержание влаги уменьшалось.

**Ключевые слова:** компостирование, помет, качество почвы, структура почвы, гидравлическая проводимость.

**Для цитирования:** Потапов М.А., Фролов Д.И. Влияние куриного помета на физические характеристики почвы // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 3. С. 56–60.

### Impact of chicken droppings on the physical characteristics of the soil

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

**Abstract.** The article discusses the effect of fresh and composted chicken manure on the physical characteristics of the soil. Fresh and composted chicken manure (1 to 4%) was mixed with soil and then incubated for 90 days. At the end of the incubation period, some determined the physical properties of the soil closely related to soil aggregation (hydraulic conductivity, water-resistant aggregates, porosity and available moisture). As the dosage of fresh and composted chicken manure was increased in the soil mixes, the number of water-resistant aggregates, hydraulic conductivity and porosity increased, while the available moisture content decreased.

**Keywords:** composting, litter, soil quality, soil structure, hydraulic conductivity.

**For citation:** Potapov M.A., Frolov D.I. Impact of chicken droppings on the physical characteristics of the soil. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 3. pp. 56–60. (In Russ.).

#### Введение

Непрерывное развитие птицеводства вызвало некоторые проблемы с точки зрения загрязнения окружающей среды. Отходы и их неконтролируемое хранение приводят к загрязнению которое, ухудшает качество грунтовых и поверхностных вод. Более того, отходы обеспечивают среду для размножения мух и других паразитов. По этим причинам птицефабрики сталкиваются с некоторыми

проблемами с государственными и муниципальными властями.

В последние несколько лет количество этих отходов было относительно небольшим, и они в основном использовались на полях и пастбищах. Некоторые исследователи изучали влияние куриного помета на продуктивность кукурузы, и их результаты показали, что параметры роста и урожайности значительно увеличиваются с увеличением уровня куриного помета [1, 2]. Тем не менее, эти отходы

накапливаются в большем масштабе, потому что значительная их часть никоим образом не используется, и это стало серьезной проблемой [3]. То, как эти отходы хранятся, является одной из наиболее важных проблем птицеводства, которую необходимо решить в ближайшие годы [4].

Состав и количество производимого свежего куриного помета зависит от многих факторов, таких как выращивание цыплят, используемые корма и подстилки. Значительная часть азота в свежей подстилке бройлеров составляет 40-70% в форме уратов или мочевой кислоты, в то время как в форме аммония или мочевины очень низкие. Эта особенность ограничивает прямое использование свежей подстилки на сельскохозяйственных угодьях.

Компостирование навоза дает много преимуществ, таких как уменьшение запаха и объема отходов; уничтожение мух и семян сорняков; гибель патогенных вредных микроорганизмов. Уровни углерода и азота более стабильны в компостных продуктах. Потери азота в виде аммиака снижаются в почве, после внесения навоза, из-за его медленной скорости минерализации.

Высокое содержание питательных веществ и органическое происхождение повышают важность птичьего помета в сельском хозяйстве. Птичий помет обычно используется в производстве зерновых, кормовых и технических культур в качестве источника органических питательных веществ. С другой стороны, ухудшение структуры почвы, связанное с непрерывной обработкой пахотных полей, приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Сообщается, что добавление птичьего помета на возделываемые земли улучшает физические свойства почвы.

Структура почвы - одна из важнейших характеристик почвы. Структурные единицы или агрегаты являются основными факторами функции почвы, связанными с размером и количеством пор; движение воды, воздуха и тепла в почве; накопление питательных веществ; рост корней; и урожайность.

Органический углерод почвы является основным фактором, влияющим на структуру почвы.

Плодородие почвы - это целостное понятие, состоящее из химической и физической продуктивности почвы. Важно определить влияние внесения куриного помета на агрегацию почвы, чтобы лучше понять физическую продуктивность почвы.

Предыдущие исследования куриного помета, используемого в сельском хозяйстве, в основном были сосредоточены на содержании в нем питательных веществ и урожайности сельскохозяйственных культур. Исследования его влияния на физические свойства почвы редки, как и споры о внесении куриного помета в почву, будь то в свежем виде или после компостирования.

Цель исследования состояла в изучении влияния свежего и компостированного куриного помета на физические свойства почвы, тесно связанные с агрегацией почвы, а также определение взаимосвязи между этими характеристиками.

### Объекты и методы исследований

В этом исследовании свежий куриный помет с рисовой шелухой в качестве подстилки был получен с птицефабрики. Образец почвы, использованный в этом исследовании, был взят с глубины 0-20 см на поле.

Желаемое соотношение углерода к азоту (C / N) в компостной куче, состоящей из свежего куриного помета и рисовой шелухи, составляло 25: 1 для ускорения компостирования в начале. С этой целью, чтобы увеличить содержание углерода в куче, 125 кг рисовой шелухи добавляли к 100 кг свежего куриного помета. Компостирование производилось в деревянных ящиках размером 0,9x0,9x0,9 м. Первоначальное содержание влаги в компостной куче было доведено до 50% от базового сырого веса. Во время компостирования кучу пять раз переворачивали и проветривали, основываясь на измерениях температуры. После каждой аэрации его снова раз-

Таблица 1 – Влияние свежего и компостированного куриного помета на некоторые физические свойства почвы

	Дозировка	ВА, %	ГП, см/ч	АП, %	П, %	ДВ, %
Свежий помет	Контроль	44,11	0,48	60,16	18,71	7,24
	1%	59,58	1,52	60,24	21,12	6,69
	2%	68,57	5,41	59,7	25,09	8,83
	3%	77,63	7,52	61,04	26,41	8,66
	4%	76,09	8,2	59,68	23,67	6,33
Компостированный помет	Контроль	52,35	1,5	62,61	17,96	16,1
	1%	59,95	1,66	62,85	20,66	15,79
	2%	67,63	2,88	60	24,2	14,37
	3%	70,2	4,18	61,23	25,53	12,34
	4%	72,81	7,4	65	30,04	10,74

ВА - Водостойкие агрегаты, ГП – Гидравлическая проводимость, АП – Аэрация почвы, П – Пористость, ДВ – Доступная влага.

ливали в ящики и заполняли, добавляя недостающую влагу, и компостирование продолжалось.

Свежий и компостированный куриный помет смешивали с 500 г почвы, в пересчете на сухой вес при нормах 0%, 1%, 2%, 3% и 4% в эксперименте по инкубации. Смеси сначала увлажняли до 70% полевой емкости почвы. Во время инкубационного периода смеси регулярно взвешивали, чтобы гарантировать, что начальные уровни влажности оставались постоянными. Смеси инкубировали при 25 °С в течение 90 дней. Эксперимент по инкубации проводили по факторному рандомизированному плану с тремя повторностями. Пористость при аэрации измерялась с использованием песочницы, создающей отрицательное давление 50 см, насыщенная гидравлическая проводимость смесей измерялась с использованием пермеметра постоянного напора, водостойкие агрегаты определялись по общепринятым методикам.

Анализ отклонений результатов исследования был проведен с использованием Statistica.

### Результаты и их обсуждение

Влияние свежего и компостированного куриного помета, смешанного с почвой с дозами 0%, 1%, 2%, 3% и 4%, на некоторые физические свойства было тесно связано с агрегацией почвы, как показано в таблице 2. Увеличение количества обоих навозов увеличивало количество устойчивых к воде агрегатов, значения гидравлической проводимости, аэрационной пористости и насыщенности, в то время как количество доступной воды относительно снижалось. Увеличение водостойких агрегатов и значений гидравлической проводимости было более выражено в свежем курином помете. Компост в высоких дозах имел более высокую насыщенность, пористость аэрации и доступную воду в результате более стабильных физических и химических свойств, чем свежий куриный помет.

Когда помет и внесенные дозы оценивались вместе для оценки водостойкого агрегата, дозы были значимыми при  $p < 0,05$ . Дозы внесения 3% и 4% свежего куриного помета и 4% компоста были в одной статистической группе, и было обнаружено, что наибольшее количество устойчивых к воде агрегатов составило 77,63% в 3% смеси свежего помета во всех пробах. С другой стороны, контрольные дозы обоих навозов показали самые низкие значения, как показано в таблице 1. Другие исследователи сообщали, что биогумус, полученный из куриного помета, внесенный в почву из расчета 20 т/га, значительно увеличил количество устойчивых к воде агрегатов [5].

Поскольку были приняты во внимание значения гидравлической проводимости, видно, что и помет, и его дозы внесения были значимыми при  $p < 0,05$  (Таблица 2). Дозы 3% и 4% свежего куриного помета и 4% компостированного помета были в одной статистической группе. Самый высокий

показатель гидравлической проводимости среди всех образцов был в 4% -ной дозе свежего куриного помета 8,2 см/ч. Контрольная и 1% -ная дозы обоих навозов находились в одной статистической группе и имели минимальное значение.

Процент насыщения образцов показал, что внесенные дозировки были значимыми ( $p < 0,05$ ) в соответствии с таблицей 2. Максимальный процент аэрации (65%) был обнаружен в 4% дозировке компостированного куриного помета, внесенного для обработки почвы. Как показано в таблице 2, минимальные значения наблюдались в дозах 2% и 3% свежего куриного помета. Другие исследователи ранее сообщали, что добавление птичьего помета в почву снижает объемную плотность и температуру, тогда как общее поровое пространство, содержание влаги и содержание органических веществ увеличиваются.

Как показано в таблице 2, только внесенные дозы были значимыми ( $p < 0,05$ ) на пористость аэрации. Таблица 2 демонстрирует, что 4% -ная доза компостированного куриного помета показала лучшую пористость аэрации (30,04%) из всех обработок, за которыми следовали 2% и 3% дозы, тогда как минимальное значение наблюдалось в контроле того же помета. Данные согласуются с другими исследованиями, в которых говорится, что органические отходы увеличивают общую пористость, макропористость, насыщенную гидравлическую проводимость и количество

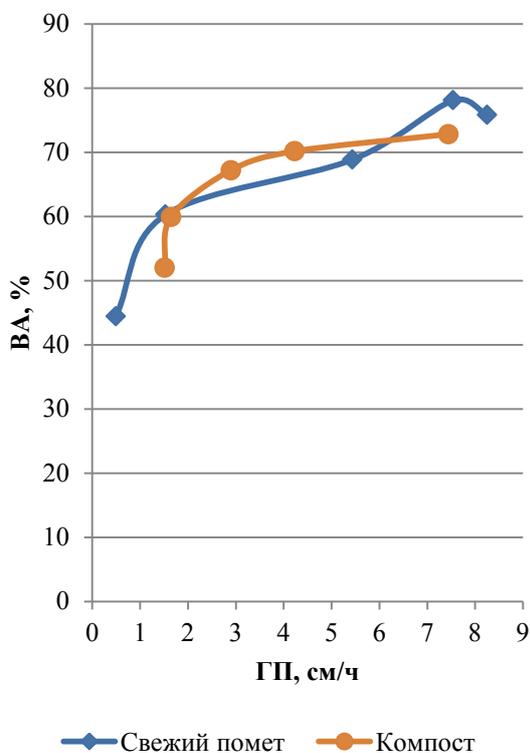


Рис. 1. Зависимость между гидравлической проводимостью и количеством водостойких заполнителей в смесях, включая свежий и компостированный куриный помет

воды, удерживаемой с различным потенциалом влажности [6].

Согласно Таблице 2, удобрения и дозы внесения были значимыми при  $p < 0,05$  для доступного содержания влаги. Контрольная и 1% компостирующая дозы куриного помета содержали больше во всех пробах. Дозы 1% и 4% обработки свежего куриного помета показали самые низкие количества. Исследователи сообщали, что добавление птичьего помета в почву снижает насыпную плотность, но увеличивает содержание органических веществ, способность удерживать воду, агрегативную стабильность и диффузию кислорода [6]. Этот положительный эффект был более заметен на пахотных почвах, чем на луговых. Добавление птичьего помета из расчета 5 т/га к трем разным текстурированным почвам увеличивает содержание органических веществ, значения гидравлической проводимости, общую пористость и влажность почвы на уровне полевой влагоемкости на всех почвах.

Органическое вещество и биологическая активность почвы тесно связаны с агрегацией и структурой почвы. После добавления органических веществ в почву гуминовые и негуминовые вещества, выделяемые при разложении, являются основными агентами, способствующими агрегации почвы. Известно, что менее окисленные

и высокомолекулярные гуминовые вещества оказывают большее влияние на процесс агрегации, чем более окисленные и низкомолекулярные гуминовые вещества.

Увеличение количества водоустойчивого заполнителя в свежих и компостируемых смесях, вносимых куриным пометом, приводит к увеличению значений гидравлической проводимости. Как показано на Рисунке 6, это воздействие было выше в почвах, внесенных на основе компостируемого навоза, чем при внесении свежего навоза.

### Выводы

Это исследование показало, что свежий куриный помет можно компостировать в условиях небольшого сельскохозяйственного предприятия без необходимости больших вложений. И свежий помет и компост увеличивали агрегационные свойства почв. Внесение 4% -ной дозы компостируемого куриного помета показало лучшую пористость аэрации. Внесение куриного помета в почву повысило структурную стабильность, содержание доступной воды и гидравлическую проводимость. Самый высокий показатель гидравлической проводимости среди всех образцов был в 4% -ной дозе свежего куриного помета 8,2 см/ч.

### Литература

- [1] Comparison of varying operating parameters on heavy metals ecological risk during anaerobic co-digestion of chicken manure and corn stover / Y. Yan [et al.] // *Bioresource Technology*. 2018. Vol. 247. P. 660–668.
- [2] Increased abundance of nitrogen transforming bacteria by higher C/N ratio reduces the total losses of N and C in chicken manure and corn stover mix composting / W. Zhang, C. Yu, X. Wang, L. Hai // *Bioresource Technology*. 2020. Vol. 297. P. 122410.
- [3] Потапов М.А., Фролов Д.И., Курочкин А.А. Оптимизация количества отверстий в матрице одношнекового экструдера для переработки птичьего помета // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020. Т. 5. № 4. С. 42–48.
- [4] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Потапов М.А. Экструдирование высоковлажных отходов птицеводства для получения удобрений // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. Т. 6. № 2. С. 18–24.
- [5] Poultry litter stabilization by two-stage composting-vermicomposting process: Environmental, energetic and economic performance / R. Vicentin, C.E. Masín, M.R. Lescano, C.S. Zalazar // *Chemosphere*. 2021. Vol. 281. Poultry litter stabilization by two-stage composting-vermicomposting process. P. 130872.

### References

- [1] Comparison of varying operating parameters on heavy metals ecological risk during anaerobic co-digestion of chicken manure and corn stover / Y. Yan [et al.] // *Bioresource Technology*. 2018. Vol. 247. P. 660-668.
- [2] Increased abundance of nitrogen transforming bacteria by higher C / N ratio reduces the total losses of N and C in chicken manure and corn stover mix composting / W. Zhang, C. Yu, X. Wang, L. Hai // *Bioresource Technology ...* 2020. Vol. 297. P. 122410.
- [3] Potapov M.A., Frolov D.I., Kurochkin A.A. Optimization of the number of holes in the die of a single-screw extruder for processing poultry manure // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. 2020. T. 5. No. 4. P. 42–48.
- [4] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Potapov M.A. Extrusion of high-moisture poultry waste to obtain fertilizers // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. 2021. T. 6. No. 2. P. 18–24.
- [5] Poultry litter stabilization by two-stage composting-vermicomposting process: Environmental, energetic and economic performance / R. Vicentin, C.E. Masín, M.R. Lescano, C.S. Zalazar // *Chemosphere*. 2021. Vol. 281. Poultry litter stabilization by two-stage composting-vermicomposting process. P. 130872.

[6] Ammonia removal during leach-bed acidification leads to optimized organic acid production from chicken manure / P. Ramm [et al.] // Renewable Energy. 2020. Vol. 146. P. 1021–1030.

[6] Ammonia removal during leach-bed acidification leads to optimized organic acid production from chicken manure / P. Ramm [et al.] // Renewable Energy. 2020. Vol. 146. P. 1021-1030.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

<p><b>Потапов Максим Александрович</b> аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440045, Пенза, ул. Ульяновская, д. 36, кв. 37 <b>Тел.:</b> +7(962) 473-86-96 <b>E-mail:</b> makcpotapov@mail.ru</p>	<p><b>Potapov Maxim Alexandrovich</b> postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(962) 473-86-96 <b>E-mail:</b> makcpotapov@mail.ru</p>
<p><b>Фролов Дмитрий Иванович</b> кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 <b>Тел.:</b> +7(937) 408-35-28 <b>E-mail:</b> surr@bk.ru</p>	<p><b>Frolov Dmitriy Ivanovich</b> PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University <b>Phone:</b> +7(937) 408-35-28 <b>E-mail:</b> surr@bk.ru</p>

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

## AUTHOR GUIDELINES

### *Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей*

### *The procedure for consideration, approval and rejection of articles*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

### *Требования к оформлению статьи*

### *Article requirements*

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

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

употребление сокращений, кроме общепризнанных.

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

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

«**Объекты и методы исследований**»:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

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

В редакцию предоставляются:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

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

#### Этапы преобразования ссылки

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

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

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

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

### Порядок преобразования ссылки

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

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

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

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

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

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

### Примеры оформления списка литературы в латинице

#### Описание статьи из журнала:

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

#### Описание статьи из электронного журнала:

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

#### Описание статьи с DOI:

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

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

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

#### Описание книги (монографии, сборники):

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

Ot katastrofy k 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 zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroystv [State Standard 8.586.5 –2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

#### Описание патента:

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ**

**Том 8**

**№ 3**

**2021**

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

*Сдано в производство 10.09.2021. Формат 60X84/8*

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

*Усл. печ. л. 7,56. Тираж 50 экз.*