

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



ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

Том 8

№ 4

2021

Научно-теоретический и практический журнал

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 8, № 4, 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, surr@bk.ru
Издается 4 раза в год

Журнал «Инновационная 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 4, 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, 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

Морковный порошок в производстве мучных кондитерских изделий <i>Гарькина П.К., Плешакова А.А., Шевченко С.В.</i>	5
Моделирование технологии получения экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и косточек винограда <i>Курочкин А.А., Кручинина Н.Э.</i>	10
Применение нетрадиционного сырья в производстве кексов <i>Мурашкина О.А., Рыжова А.А.</i>	16
Функционально-технологические свойства мучной смеси с плодами калины обыкновенной <i>Павлова А.О., Шабурова Г.В.</i>	22
Псиллиум – новый вид ингредиента в производстве продуктов питания <i>Сарафанкина Е.А., Буренкова С.А.</i>	27
Определение индекса расширения экструдатов из гречихи <i>Фролов Д.И., Соболев Е.Г.</i>	33

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

К обоснованию параметров управления технической эксплуатацией МТП АПК <i>Дунаев А.В., Ломовских А.Е., Родионов Ю.В., Скоморохова А.И.</i>	38
Технологическая линия изготовления функциональных продуктов питания на основе растительного сырья <i>Родионов Ю.В., Майстренко Н.В., Скоморохова А.И., Алексенцев Д.С.</i>	48

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Производство крахмала в России <i>Зимняков В.М., Курочкин А.А.</i>	54
--	----

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Внесение куриного помета и компоста на его основе на химический состав почвы <i>Потапов М.А., Фролов Д.И.</i>	60
---	----

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей	65
Требования к оформлению статьи	65

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

Carrot powder in the production of flour confectionery products <i>Garkina P.K., Pleshakova A.A., Shevchenko S.V.</i>	5
Modeling of technology for producing an extruded composite mixture of wheat grain and grape seeds <i>Kurochkin A.A., Kruchinina N.E.</i>	10
The use of non-traditional raw materials in the production of cakes <i>Murashkina O.A., Ryzhova A.A.</i>	16
Functional and technological properties of flour mixture with fruits of viburnum ordinary <i>Pavlova A.O., Shaburova G.V.</i>	22
Psyllium - anewkindofingredientinfoodproduction <i>Sarafankina E.A., Burenkova S.A.</i>	27
Determination of the expansion index of buckwheat extrudates <i>Frolov D.I., Sobolev E.G.</i>	33

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

Research of water-diesel mixture prepared in a dynamic device for automotive technology <i>Dunaev A.V., Lomovskikh A.E., Rodionov D.Yu., Skomorokhova A.I.</i>	38
Technological line for manufacturing functional food products based on vegetable raw materials <i>Rodionov Yu.V., Maistrenko N.V., Skomorokhova A.I., Aleksentsev D.S.</i>	48

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

Starch production in Russia <i>Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A.</i>	54
---	----

ENVIRONMENTAL PROTECTION

The introduction of chicken manure and compost based on it on the chemical composition of the soil <i>Potapov M.A., Frolov D.I.</i>	60
---	----

AUTHOR GUIDELINES

<i>The procedure for consideration, approval and rejection of articles</i>	65
<i>Article requirements</i>	65

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.6

Морковный порошок в производстве мучных кондитерских изделий

Гарькина П.К., Плешакова А.А., Шевченко С.В.

Аннотация. В настоящее время является актуальной разработка технологий и рецептур мучных кондитерских изделий с применением растительного сырья с целью сбалансированности основных незаменимых нутриентов в рационе питания, повышения содержания важнейших пищевых веществ, а также придания продукции функциональной направленности. Приведены результаты исследований возможности применения морковного порошка (МП) в рецептурах изделий из песочного теста. Обосновано применение МП взамен части сахара в рецептуре пирожного «Песочное кольцо». Исследованы органолептические показатели изделия с применением МП. Определена рациональная дозировка МП. Расчетно-аналитическим методом определен химический состав изделий, изготовленных по предлагаемой рецептуре, и его сравнение с рекомендуемым уровнем суточного потребления основных пищевых веществ.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, морковный порошок, рецептура, органолептические показатели, степень удовлетворения суточной потребности.

Для цитирования: Гарькина П.К., Плешакова А.А., Шевченко С.В. Морковный порошок в производстве мучных кондитерских изделий // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 5–9.

Carrot powder in the production of flour confectionery products

Garkina P.K., Pleshakova A.A., Shevchenko S.V.

Abstract. Currently, it is relevant to develop technologies and recipes for flour confectionery products using plant raw materials in order to balance the main irreplaceable nutrients in the diet, increase the content of essential nutrients, as well as impart a functional orientation to products. The results of studies of the possibility of using carrot powder (MP) in recipes for products made from shortcrust pastry are presented. The use of MP instead of a part of sugar in the recipe for the «Sand Ring» cake has been substantiated. The organoleptic characteristics of the product with the use of MP have been investigated. The rational dosage of MP has been determined. The chemical composition of products made according to the proposed recipe was determined by the calculation and analytical method, and its comparison with the recommended level of daily consumption of basic nutrients.

Keywords: flour confectionery, carrot powder, recipe, organoleptic characteristics, the degree of satisfaction of the daily requirement.

For citation: Garkina P.K., Pleshakova A.A., Shevchenko S.V. Carrot powder in the production of flour confectionery products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 5–9. (In Russ.).

Введение

Вырабатываемый ассортимент функциональных пищевых продуктов на сегодняшний день очень ограничен. При этом, вырабатываемая конди-

терскими предприятиями продукция, как правило, не отвечает нормам сбалансированного питания.

Целесообразность создания новых рецептур и технологий функциональных продуктов обусловлена их высокой востребованностью у российского

населения и ограниченным ассортиментом [1, 2]. В связи с этим, актуальным является повышение потребительских свойств в отношении биологической ценности вырабатываемой продукции; снижение сахароемкости и энергетической ценности продукции. Практический интерес отечественных ученых представляет поиск новых видов сырья и разработку на их основе перспективных технологий пищевых продуктов, обогащенных пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами, улучшающими многие физиологические процессы в организме человека [3, 4, 5].

Целью исследований является изучение возможности применения морковного порошка в технологии изделий из песочного теста.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются изделия «Песочное кольцо» с МП.

Применяемое сырье: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), порошок моркови (ГОСТ Р 52622-2006), соль (ГОСТ Р 51574-2018), масло сливочное (ГОСТ 32261-2013), сахар белый (33222-2015), яйца (ГОСТ 31654-2012). В качестве базовой рецептуры для обогащения ингредиентами порошка моркови использовали нормативную рецептуру пирожного «Песочное кольцо» [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.

Результаты и их обсуждение

Первый этап исследования включал в себя обоснование применения МП для обогащения изделий из песочного теста.

При разработке продукта, обладающего функциональными свойствами, необходимо последовательно определить вид сырья, который обеспечит получаемый продукт пищевыми волокнами, витаминами, а также окажет благоприятное воздействие на организм человека.

Сравнительная оценка различных видов добавок с высоким содержанием пищевых волокон, позволила выбрать в качестве такого компонента МП, который представляет собой гигроскопичный продукт приятного сладкого вкуса, желто-оранжевого цвета. При смешивании с водой порошок образует пюре, не отличающееся от свежеприготовленного.

МП содержит углеводы, значительную часть которых составляют моно- и дисахариды, участвующие в формировании аромата и вкуса готовых изделий. Также, МП богат пищевыми волокнами, представленными клетчаткой и пектинами, и является богатым источником бета-каротина, который оказывает благоприятное воздействие на организм человека.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ химического состава МП в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта.

Из результатов, представленных в таблице, видно, что МП превосходит муку пшеничную высшего сорта по содержанию моно- и дисахаридов в 30,3 раза, пищевых волокон – в 6 раз, калия – в 81,9 раз, магния – в 3,5 раза, фосфора – в 3,4 раза, ви-

Таблица 1 – Сравнение химического состава муки пшеничной высшего сорта и порошка моркови [7]

Наименование показателя	Мука пшеничная высшего сорта	Порошок моркови
Вода, г/100 г	14	10
	г/100 г сухих веществ	
Белки	10,3	13
Жиры	1,1	1,5
Моно- и дисахариды	1,6	48,4
Крахмал	68,7	0
Пищевые волокна	1,6	9,6
Минеральные вещества, мг/100 сухих веществ		
Калий	122	987
Магний	16	56
Фосфор	86	294
Витамины, мг/100 г сухих веществ		
Тиамин (В ₁)	0,17	0,12
Рибофлавин (В ₂)	0,06	0,3
Ниацин (РР)	1,2	2,6
Витамин С	0	10
Энергетическая ценность, ккал /кДж		
Энергетическая ценность	327/1308	275/1151

Таблица 2 – Рецептуры пирожного «Песочное кольцо» с применением порошка моркови

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 100 шт. готовых изделий, г							
		Контроль		Образец 1		Образец 2		Образец 3	
		в натуре	в СВ	в натуре	в СВ	В натуре	в СВ	В натуре	в СВ
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	2224	1901,5	2224	1901,5	2224	1901,5	2224	1901,5
Мука пшеничная высшего сорта (на подпыл)	85,5	178	152,2	178	152,2	178	152,2	178	152,2
Сахар белый	99,9	890	888,7	801	799,8	712,1	711	623	622,1
Порошок моркови	90	0	0	98,7	88,9	197,5	177,7	296,2	266,6
Меланж	27	311	84	311	84	311	84	311	84
Масло сливочное	84	1334	1120,6	1334	1120,6	1334	1120,6	1334	1120,6
Эссенция	0	8,9	0	8,9	0	8,9	0	8,9	0
Натрий двууглекислый	50	2,3	1,2	2,3	1,2	2,3	1,2	2,3	1,2
Аммоний углекислый	0	2,3	0	2,3	0	2,3	0	2,3	0
Соль	96,5	8,9	8,6	8,9	8,6	8,9	8,6	8,9	8,6
Ядра орехов (дробленые)	97,5	493	480,7	493	480,7	493	480,7	493	480,7
Яйца	27	123	33,2	123	33,2	123	33,2	123	33,2
Итого сырья	–	5575,4	4670,7	5585,1	4670,7	5595	4670,7	5604,7	4670,7
Выход готовой продукции	93,1	4800	4469,3	4800	4469,3	4800	4469,3	4800	4469,3

тамина В2 – в 5 раз, РР – в 2,2 раза. Витамин С в пшеничной муке отсутствует. В порошке моркови витамина С – 10 мг в 100 г.

С целью обогащения готовых изделий пищевыми волокнами и минеральными веществами в тесто вносили МП в количестве 10 % (образец 1), 20 % (образец 2) и 30 % (образец 3) взамен эквивалентного количества сахара по рецептуре. В качестве контрольного образца исследовали изделие, приготовленное по традиционной рецептуре.

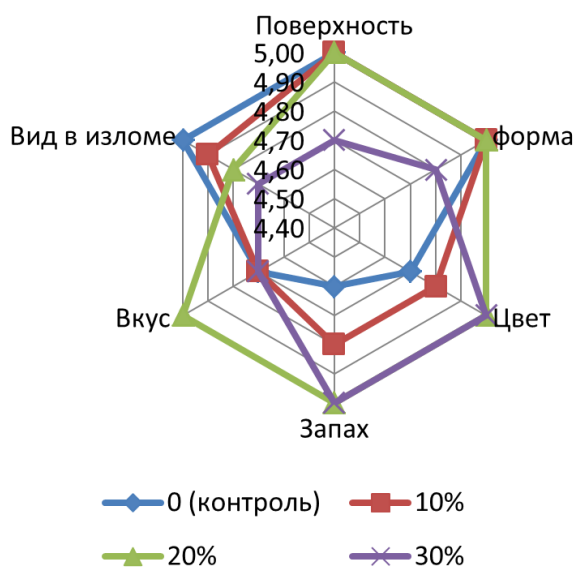


Рис. 1. Органолептические показатели качества пирожного «Песочное кольцо» с использованием порошка моркови

В таблице 2 приведены рецептуры пирожного «Песочное кольцо» на основе применения порошка моркови взамен части сахара.

На рисунке 1 приведены результаты органолептической оценки образцов пирожного «Песочное кольцо» с применением порошка моркови взамен сахара в расчете по сухим веществам.

Установлено, что сумма баллов оценки органолептических показателей образца пирожного «Песочное кольцо», изготовленного по традиционной технологии, составила 29 баллов.

Оценка опытного образца с внесением 10 % МП взамен части сахара оказалась выше контрольного образца за счет более высокой оценки за показатели «запах» и «цвет» оценен. Оценка составила 29,2 балла.

Опытный образец с 20 % МП взамен части сахара характеризовался наиболее высокой оценкой – 29,8 баллов. Все органолептические показатели этого образца получили высшую оценку – 5 баллов. Лишь показатель «вид в изломе» оценен на 4,8 баллов.

По сумме баллов (28,9 баллов) образец с заменой сахара на 30 % МП занимает среди опытных образцов третье место. Снижена оценка за показатели «поверхность», «форма», «вкус» и «вид в изломе».

Несомненно, высокая дозировка порошка моркови привела к изменению структурно-механических свойств теста и вкусовым качествам.

Таким образом, замена сахара на 20 % МП, по-

Таблица 3 – Пищевая и энергетическая ценность пирожного «Песочное кольцо» с применением 20% морковного порошка взамен сахара (в 100 г продукции)

Наименование показателей	Контрольный образец	Моделный образец 2 (20% МП)	Степень удовлетворения суточной потребности, %	
			Контрольный образец	Моделный образец № 2 (20% МП)
Белки, г	8,4	9,6	11,2	12,8
Липиды, г	29,2	29,2	35,2	35,2
Углеводы, в т.ч.	54,2	52,4	14,8	14,4
моно- и дисахариды, г	19,7	17,9	30,3	27,5
Пищевые волокна, г	1,3	1,7	5,2	6,8
Калий, мг	140,9	182	4	5,2
Магний, мг	43	46	10,8	11,5
Фосфор, мг	104,6	117	13,1	15,6
Витамин В ₁ , мг	0,14	0,14	10	10
Витамин В ₂ , мг	0,08	0,09	5	5,6
Витамин РР, мг	1,9	2,1	10,6	11,7
Витамин С	0	0,41	0	0,7
ЭЦ, ккал	513	510	20,5	20,4

зволила получить пирожное «Песочное кольцо» с лучшими органолептическими показателями.

Сравнительная характеристика пищевой и энергетической ценности контрольного и опытного образца с применением рациональной дозировки МП в количестве 20 % взамен части сахара представлена в таблице 3.

В сравнении с контролем, содержание белков в 100 г продукта повысилось (в относительных величинах) на 5,9 %. Содержание липидов и в образце, изготовленном по традиционной рецептуре, и в опытном образце с заменой сахара на 20 % морковного порошка осталось прежним – 29,2 г в 100 г продукции. В опытном образце уменьшается содержание моно- и дисахаридов на 9,1 %, что соответствует поставленной задаче. Изделие, изготовленное по модифицированной рецептуре, обогатилось пищевыми волокнами. Уровень пищевых волокон в 100 г продукции на 30,7 % выше, чем в образце, изготовленном по традиционной рецептуре.

Установлено и обогащение продукции калием, магнием, фосфором. По сравнению с контролем, повышается содержание калия в опытном образце на 29,2 %, магния – на 7 %, фосфора – на 11,9 %.

Содержание витамина В₁ осталось на одинаковом уровне. Повышается содержание рибофлавина (В₂), по сравнению с контрольным образцом на 12,5 %, витамина РР – на 10,5 %. Опытный образец пирожного «Песочное кольцо» в результате применения порошка моркови обогащен витамином С,

отсутствующего в изделии, изготовленном по традиционной рецептуре.

Энергетическая ценность пирожного, изготовленного по модифицированной рецептуре уменьшилась незначительно – на 0,6 %.

Подводя итог анализу пищевой ценности изделий, изготовленных с внесением в рецептуру порошка моркови взамен сахара, следует отметить, что по содержанию фосфора продукт может быть оценен, как функциональный. По содержанию белка, пищевых волокон, калия, магния, витамина В₂, Витамин РР, витамина С продукт может считаться обогащенным.

Выводы

Таким образом, обосновано введение в рецептуру пирожного «Песочное кольцо» морковного порошка, с целью расширения ассортимента и создания обогащенной продукции. Установлена рациональная дозировка морковного порошка в рецептуре пирожного «Песочное кольцо» взамен части сахара в количестве 20 %. Показано, что применение морковного порошка позволяет получить продукт, не уступающий по качеству изделиям, приготовленным по традиционной технологии, а также значительно повысить пищевую ценность изделий и пополнить ассортимент функциональных продуктов питания отечественного производства.

Литература

- [1] Смирнова Т. П. Разработка рецептуры песочного печенья функционального назначения / Т. П. Смирнова, Д. Т. Гайфуллина, Р. Р. Хасанова //

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

- 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] Шматкова, Н. Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения/Н. Н. Шматкова, П. К. Воронина//Иновационная техника и технология. -2015. -№3 (04). -С. 33-39.
- [5] Пат. 2592619 Российская Федерация, МПК А21D 8/02. 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. -№ 2015109402/13; заявл. 17.03.2015; опубл. 27.07.2016, Бюл. № 22. - 7 с.
- [6] Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. – 2004.– 215 с.
- [7] Химический состав пищевых продуктов: Справочник/Под ред. А.А. Покровского. – М.: Пищевая промышленность.– 1976. –227 с.
- «Symbol of Science». - Naberezhnye Chelny, 2015. - No. 3. - S. 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; app. 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 the Penza State Technical University FGOU VO. - No. 2014146596/13; app. 11/19/2014; publ. 10.04.2016, Bul. No. 21. - 8 p.
- [4] 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). -WITH. 33-39.
- [5] Pat. 2592619 Russian Federation, IPC A21D 8/02. Method for the production of bakery products / applicants: G.V. Shaburov, P.K. Voronin, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkov; patentee of the Penza State Technical University FGOU VO. -No. 2015109402/13; app. 03/17/2015; publ. 07/27/2016, Bul. No. 22. - 7 p.
- [6] Pavlov A. V. Collection of recipes for flour confectionery and bakery products for public catering enterprises. - 2004. - 215 p.
- [7] Chemical composition of food products: Handbook / Ed. A.A. Pokrovsky. - M. : Food industry. - 1976. –227 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

Гарькина Полина Константиновна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru	Garkina Polina Konstantinovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru
Плешакова Анастасия Александровна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail: nastya_pl97@mail.ru	Pleshakova Anastasia Aleksandrovna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail: nastya_pl97@mail.ru
Шевченко Светлана Владимировна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail: qwert300797@mail.ru	Shevchenko Svetlana Vladimirovna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail: qwert300797@mail.ru

Моделирование технологии получения экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и косточек винограда

Куручкин А.А., Кручинина Н.Э.

Аннотация. Современный подход к производству обогащенных и функциональных пищевых продуктов предполагает применение в рецептурах изделий ингредиентов, оказывающих положительное влияние на организм человека. Обычно к ним относят пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики и синбиотики. Виноградные косточки являются типичным примером чрезвычайно полезного вторичного сырья, содержащего многие из перечисленных ингредиентов. В статье представлен материал, позволяющий устранить недостатки, ранее выявленные в процессе применения семечек винограда в качестве пищевой функциональной добавки. Для этого на основе экспериментальных данных была получена и проанализирована модель, характеризующая технологический процесс получения экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и косточек винограда. Представлены рациональные технологические параметры экструдера, позволяющие получить необходимую пористость готовой экструдированной композитной смеси.

Ключевые слова: экструдированная композитная смесь, зерно пшеницы, семечки винограда, экструдер, модель.

Для цитирования: Куручкин А.А., Кручинина Н.Э. Моделирование технологии получения экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и косточек винограда // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 10–15.

Modeling of technology for producing an extruded composite mixture of wheat grain and grape seeds

Kurochkin A.A., Kruchinina N.E.

Abstract. The modern approach to the production of enriched and functional foods involves the use of ingredients in the formulations of products that have a positive effect on the human body. These usually include dietary fiber, vitamins, minerals, polyunsaturated fatty acids, probiotics, prebiotics and synbiotics. Grape seeds are a typical example of an extremely useful secondary raw material containing many of the listed ingredients. The article presents a material that allows to eliminate the shortcomings previously identified in the process of using grape seeds as a functional food additive. For this purpose, based on experimental data, a model was obtained and analyzed that characterizes the technological process of obtaining an extruded composite mixture of wheat grain and grape seeds. The rational technological parameters of the extruder are presented, which allow obtaining the necessary porosity of the finished extruded composite mixture.

Keywords: extruded composite mixture, wheat grain, grape seeds, extruder, model.

For citation: Kurochkin A.A., Kruchinina N.E. Modeling of technology for producing an extruded composite mixture of wheat grain and grape seeds. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 10–15. (In Russ.).

Введение

В настоящее время в производстве обогащенных и функциональных пищевых продуктов отмечается весьма устойчивая тенденция применения в рецептурах изделий нетрадиционных видов рас-

тительного сырья, являющегося источником ингредиентов, положительно влияющих на организм человека. Обычно к ним относят пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики и синбиотики. Следует отметить, что широкому

вовлечению в хозяйственный оборот указанных ингредиентов зачастую препятствует высокая стоимость сырья, из которого их получают, или ограничения, связанные с недостаточно эффективными методами его переработки.

Виноградные косточки являются типичным примером чрезвычайно полезного вторичного сырья, требующего разработки технологических решений, позволяющих задействовать весь спектр содержащихся в нем полезных веществ [1, 2].

Известно, что семена винограда (виноградные косточки) содержат в своем составе белки, липиды, углеводы, вещества, обладающие Р-витаминной активностью (эпикатехин, рутин, органические кислоты), а также витамины, провитамины, макро- и микроэлементы. В сочетании с этим углеводы семян содержат практически все группы пищевых волокон – пектин, протопектин, целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин. По содержанию витамина Е, ненасыщенных жирных кислот (НЖК), фитостеринов и пищевых волокон продукты переработки виноградных косточек могут быть отнесены к группе функциональных пищевых добавок [4-6].

Накопленный к настоящему времени опыт применения виноградных семечек в технологиях продуктов питания позволяет рекомендовать их в качестве пищевой добавки в виде измельченной массы без выделения из нее липидов.

Вместе с тем практическая реализация такого подхода к применению данного сырья имеет существенные недостатки, связанные со строением виноградной косточки (семечки) и высоким содержанием в них дубильных веществ.

Первый недостаток вытекает из особенности углеводов, входящих в состав виноградных косточек: они содержат относительно много лигнина – до 40 % [1]. Измельчение лигнина до приемлемого размера частиц – технически сложная задача, связанная с повышенными затратами энергии на реализацию технологического процесса (при невысоком качестве готового продукта) или наличием дорогостоящего оборудования. Снизить затраты энергии на измельчение виноградных косточек можно за счет их увлажнения и набухания, однако полученный таким образом порошок плохо хранится.

Таким образом, для хорошей сохранности виноградных семечек они должны быть сухими, а измельчать их в таком виде – нецелесообразно, так как использование полученного в этих условиях порошка в пищевых технологиях приводит к характерному недостатку готового продукта – хруст и ощущение твердых, неизмельченных частиц семечек [3].

Второй недостаток, характерный для применения измельченных нативных виноградных семечек связан с их плохой сохранностью: при отсутствии специальных условий хранения в части температурного режима сырье темнеет (окисляются дубильные вещества) и срок его годности ограничен 20-24 часами.

Цель работы – экспериментальное обоснование технологии получения экструдированной комбинированной смеси зерна пшеницы и косточек винограда на основе моделирования процесса.

Объекты и методы исследования

Экспериментальные исследования были выполнены с помощью модернизированного одношнекового пресс-экструдера ЭК-40 производства ВЦПО «Фавор» (г. Волгоград).

Объект исследования – смесь неизмельченных зерен пшеницы и семечек винограда, которую подвергали экструдированию в течение 10-15 секунд при температуре 120-140 °С.

В эксперименте использовалась матрица экструдера с диаметром отверстия, равного 4 мм. Остальные пять отверстий матрицы (штатная комплектация экструдера) были заглушены.

В качестве исследуемых были выбраны следующие факторы: содержание семечек винограда в экструдированной смеси – М (%), массовая доля влаги в зерне пшеницы – В1 (%) и массовая доля влаги в семечках винограда – В2 (%). Критерий качества полученного экструдата – пористость POR (%).

В связи с тем, что планируемый эксперимент предполагает поиск оптимальных условий протекания процесса экструдирования и получение экстремума критерия качества в почти стационарной области, где поверхность отклика имеет существенную кривизну, было принято решение получить модель в виде полинома второй степени. Для этого эксперимент был реализован на основе центрального композиционного униформ-ротатабельного планирования, состоящего из трех уровней: факторного плана типа 23, составляющего «ядро» центрального композиционного плана; звездных точек на осях факторного пространства, а также дополняющих опытов в центре плана. Эксперимент выполнялся в трехкратной повторности. В таблице 1 представлены уровни и интервалы варьирования факторов.

Матрица планирования и результаты эксперимента для смеси зерна пшеницы и семечек винограда представлены в таблице 2.

Пористость получаемых экструдатов определялась по следующей методике. Экспериментальные образцы экструдата длиной 10 мм покрывали водостойким лаком и после высыхания помещали в цилиндр с водой. Объем образца экструдата с порами принимался равным объему воды, вытесненной из цилиндра. Затем образец экструдата деформировался с помощью ручных тисков и вновь помещался в мерный цилиндр.

Объем экструдата после сжатия образца оценивался аналогичным образом. Пористость экструдата (%) определялась по формуле

$$POR = \left(1 - \frac{V_0}{V_n} \right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование фактора	Обозначение фактора	Уровни варьирования фактора			Интервалы варьирования фактора
		нижний	нулевой	верхний	
Содержание семечек винограда в экструдированной смеси %	M	15	25	35	10
Массовая доля влаги в зерне пшеницы, %	B1	12	14	16	2
Массовая доля влаги в семечках винограда, %	B2	25	35	45	10

Таблица 2 – Матрица планирования и результаты эксперимента

Система опытов	№ опыта	Кодированные факторы			Натуральные факторы			Пористость (POR)
		X1	X2	X3	M	B1	B2	
Полный факторный эксперимент типа 2 ³	1	-1	-1	-1	15	12	25	68,1
	2	-1	-1	1	15	12	45	79,8
	3	-1	1	-1	15	16	25	74,1
	4	-1	1	1	15	16	45	76,8
	5	1	-1	-1	35	12	25	62,2
	6	1	-1	1	35	12	45	72,5
	7	1	1	-1	35	16	25	70,1
	8	1	1	1	35	16	45	69,6
Опыты в «звездных» точках	9	-1,68	0	0	8,18	14	35	78,5
	10	1,68	0	0	41,82	14	35	67,3
	11	0	-1,68	0	25	10,64	35	62
	12	0	1,68	0	25	17,36	35	65,5
	13	0	0	-1,68	25	14	18,18	67
	14	0	0	1,68	25	14	51,82	79,8
Опыты в центре плана	15	0	0	0	25	14	35	73,1
	16	0	0	0	25	14	35	72,5
	17	0	0	0	25	14	35	71,5
	18	0	0	0	25	14	35	72,7
	19	0	0	0	25	14	35	72,5
	20	0	0	0	25	14	35	72,6

где V_n – объем экструдата с порами, мм³;

V_6 – объем экструдата после сжатия образца, мм³.

Результаты и их обсуждение

Реализация эксперимента и обработка полученных результатов позволили получить математическую модель второго порядка (2), описывающую зависимость пористости получаемого экструдата (POR) от содержания семечек винограда в экструдированной смеси (M), а также массовой доли влаги в перерабатываемом зерне пшеницы (B1) и семечках винограда (B2):

$$\begin{aligned}
 POR = & -120,800 - 0,552120 \cdot M + \\
 & 0,0052356 \cdot M^2 + 23,50731 \cdot B1 - \\
 & -0,677863 \cdot B1^2 + 1,720841 \cdot B2 + \\
 & 0,0070034 \cdot B2^2 + 0,0125000 \cdot M \cdot B1 - \\
 & -0,005750 \cdot M \cdot B2 - 0,123750 \cdot B1 \cdot B2
 \end{aligned} \quad (2)$$

Полученная модель характеризуется следующими показателями качества (табл. 3).

Анализ приведенных данных позволяет оценить качество полученной модели следующим образом:

- множественный коэффициент корреляции $R=0,986$, свидетельствует о высокой силе связи между переменными (по шкале Чеддока);
- коэффициент детерминации $R^2=0,971$, позволяет утверждать, что в полученной модели 97,1

Таблица 3 – Показатели качества полученной модели

Множест. - R	Множест. - R2	SS - Модель	сс - Модель	MS - Модель
0,986	0,971	483,189	9	53,688
SS - Остаток	сс - Остаток	MS - Остаток	F	p
14,249	10	1,425	37,677	0,000

% изменчивости объясняется исследуемыми факторами (доля дисперсии зависимых переменных) и лишь 2,9 % – ошибками модели (доля необъясненной дисперсии);

– статистическая значимость составляет $p < 0,000002$, что соответствует высокому уровню доверия к полученной модели.

Первичный анализ модели может быть проведен по следующему алгоритму:

1. Выявление факторов, наиболее существенно влияющих на параметр оптимизации, а также оценка меры воздействия каждого из них на процесс формирования пористой структуры экструдата.

2. Проверка гипотезы о механизме взаимодействия факторов и возможном синергизме влияния исследуемых факторов на параметр оптимизации.

Абсолютная величина коэффициентов при изучаемых факторах позволяет сделать вывод о том, что наибольшее влияние на пористость получаемого экструдата оказывает массовая доля влаги в зерне пшеницы, а наименьшее – содержание семечек винограда в экструдированной смеси.

Для изучения свойств поверхности отклика в

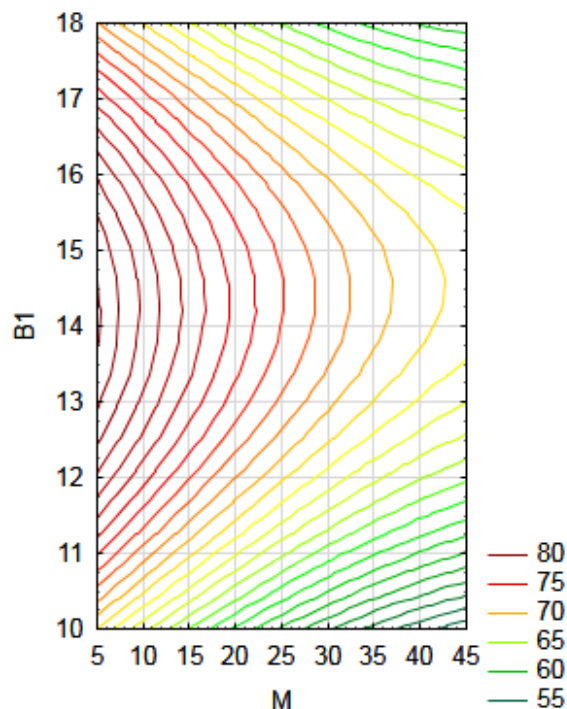


Рис. 1. Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость пористости экструдата (POR) от содержания в экструдированной смеси семечек винограда (M) и массовой доли влаги в зерне пшеницы (B1)

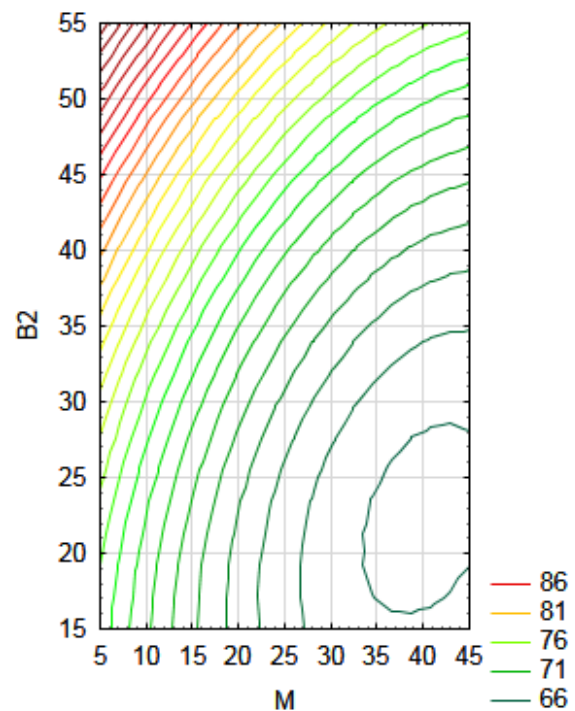


Рис. 2. Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость пористости экструдата (POR) от содержания в экструдированной смеси семечек винограда (M) и массовой доли влаги в них (B2)

окрестностях оптимума выполнено каноническое преобразование полученной математической модели. Анализ поверхности отклика проводили с помощью двумерных сечений.

Уравнение (3), описывающее поверхность отклика и характеризующее зависимость пористости экструдата (POR) от содержания в экструдированной смеси семечек винограда (M) и массовой доли влаги в зерне пшеницы (B1), имеет вид

$$\begin{aligned} \text{POR} = & -55,2599 - 0,7186 \cdot x + \\ & 19,6628 \cdot y + 0,0045 \cdot x \cdot x + \\ & 0,0125 \cdot x \cdot y - 0,6952 \cdot y \cdot y \end{aligned} \quad (3)$$

Графическая интерпретация данного уравнения представлена на рис. 1 (цифры показывают численные значения пористости экструдата в рассматриваемых областях поверхности отклика). Как видно из рисунка, область с высокими значениями пористости получаемого экструдата находится для первого фактора в интервале 5-25%, для массовой доли влаги в зерне пшеницы – 12,0-16,0%.

Уравнение (4), описывающее поверхность отклика и характеризующее зависимость пористости экструдата (POR) от содержания в экструдированной смеси семечек винограда (M) и массовой доли влаги в них (B2), имеет вид

$$\begin{aligned} \text{POR} = & 78,2033 - 0,5117 \cdot x - \\ & 0,2001 \cdot y + 0,0079 \cdot x \cdot x - \\ & 0,0058 \cdot x \cdot y + 0,0097 \cdot y \cdot y \end{aligned} \quad (4)$$

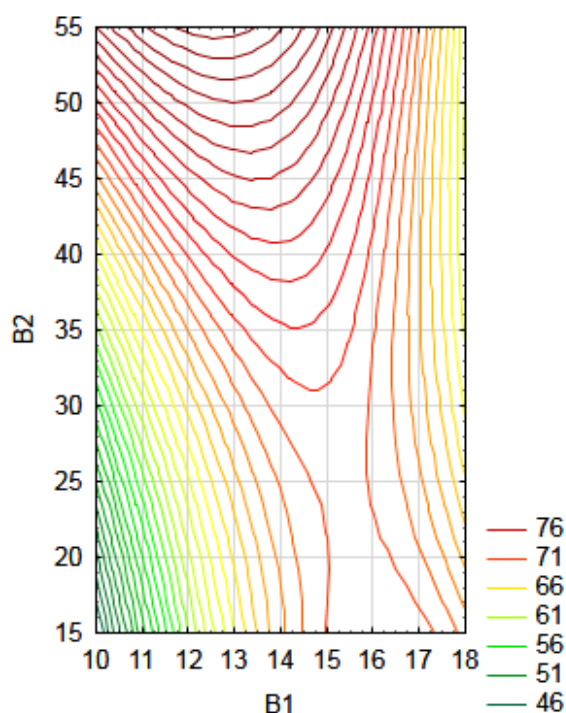


Рис. 3. Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость пористости экструдата (POR) от содержания массовой доли влаги в зерне пшеницы (B1) и семечках винограда (B2)

Графический вид данного уравнения приведен на рис. 2.

Анализ уравнения (4) и поверхности отклика показывает, что пористость экструдата (POR) находится на достаточно высоком уровне при содержании в смеси семечек винограда в интервале 5,0-25,0% и их влажности, равной 36,0-50,0%.

Уравнение (5), описывающее поверхность отклика и характеризующее зависимость пористости экструдата (POR) от содержания массовой доли влаги в зерне пшеницы (B1) и семечках винограда (B2), имеет вид

$$\begin{aligned} \text{POR} = & -134,086 + 24,1837 \cdot x + \\ & 1,6135 \cdot y - 0,6909 \cdot x \cdot y - \\ & 0,1238 \cdot x^2 + 0,0065 \cdot y^2 \end{aligned} \quad (5)$$

Литература

- [1] Корнен, Н.Н. Исследование состава и свойств БАД из семян винограда. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – № 1 (18). – С. 48-51.
- [2] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов /А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова //Монография. – Пенза, 2015. – 182 с.
- [3] Курочкин, А.А. Обоснование технологии композитной экструдированной смеси зерна пшеницы и виноградных косточек /А.А. Курочкин, Н.Э. Кручинина // Инновационная техника и технология. – 2020. – № 4(25). – С. 19–23.

В графическом виде уравнение представлено на рис. 3.

Анализ уравнения (5) показывает, что пористость экструдата (POR) заметно возрастает при повышении влажности обрабатываемого сырья и имеет значение, близкое к максимальному, полученному в эксперименте (79,8%) при содержании массовой влаги в зернах пшеницы 11,5-14,5% и семечках винограда 38,0-50,0%.

По результатам выполненных исследований можно отметить достаточно очевидную закономерность: с уменьшением массовой доли влаги в семечках винограда (примерно с 32,0%), процесс экструдирования смеси ухудшается, и соответственно пористость получаемого экструдата снижается.

Координаты центральной точки зон с пористостью свыше 75% для трех построенных двумерных сечений (рис. 1, рис. 2 и рис. 3) соответственно равны (M = 25,0%; B1 = 14,0%); (M = 25,0%; B2 = 42,0%); (B1 = 14,0%; B2 = 38,0%).

В связи с тем, что зона с оптимальными значениями пористости экструдата позволяет использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей по ГОСТ Р 52554-2006 базисным кондициям для этой культуры, можно сделать вывод о том, что для получения высокопористого поликомпонентного экструдата на основе семечек винограда массовая доля воды в этом ингредиенте должна находиться в пределах 38,0-42,0%.

Выводы

Для получения поликомпонентного экструдата на основе семечек винограда в качестве наполнителя следует использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей по ГОСТ Р 52554-2006 базисным кондициям для этой культуры. При этом условии наиболее высокую пористость экструдата можно получить при содержании в нем 25% семечек винограда с массовой долей влаги 38,0-42,0%. При этих условиях влажность экструдированной смеси будет составлять 20,2-21,0%.

References

- [1] Kornen, N.N. Study of the composition and properties of dietary SUPPLEMENTS from grape seeds. Technology and commodity science of innovative food products. – 2013. – No. 1 (18). – Pp. 48-51.
- [2] Kurochkin, A.A. The theoretical rationale for the use of extruded materials in food technology. /A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova. Penza, Kopi-Riso, 2015. – 182 p.
- [3] Kurochkin, A.A. Substantiation of technology of composite extruded mixture of wheat grain and grape seeds /A.A. Kurochkin, N.E. Kruchinina // Innovative technique and technology. – 2020. – No. 4(25). – Pp. 19-23.

- [4] Лукин, А.А. Перспективы применения муки из виноградной косточки в технологии производства продуктов питания. /А.А. Лукин, А.В. Зинин, И.Ю. Мигуля. //Вестник современных исследований. – 2017. – № 10-1 (13). – С. 84-86.
- [5] Макарова, Н.В. Сравнительные исследования методов извлечения биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами из косточек винограда (*Vitis vinifera* L.). /Н.В. Макарова, Д.Ф. Валиулина, Н.Б. Еремеева //Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2020. – № 10(1). С. – 140-148.
- [6] Свиридов, М.Р. Разработка технологии использования вторичных ресурсов виноградарско-винодельческой отрасли с целью повышения физиологической ценности пищевых продуктов: дис. ...канд. техн. наук: 05.18.01 /Свиридов Дмитрий Александрович. – Краснодар, 2017. – 179 с.
- [4] Lukin, A.A. Prospects for the use of grape seed flour in food production technology. / A. A. Lukin, A.V. Zinin, I. Yu. Migulya. // Bulletin of modern research. – 2017. – No. 10-1 (13). – Pp. 84-86.
- [5] Makarova, N.V. Comparative studies of methods for extracting biologically active substances with antioxidant properties from grape seeds (*Vitis vinifera* L.). /N. V. Makarova, D. F. Valiulina, N. B. Eremeeva // Izvestiya vuzov. Applied chemistry and biotechnology. – 2020. – No. 10(1). Pp. – 140-148.
- [6] Sviridov, M.R. Development of technology for using secondary resources of the viticultural and wine industry in order to increase the physiological value of food products: dis. ... Cand. tech. Sciences: 05.18.01 / Sviridov Dmitry Aleksandrovich. - Krasnodar, 2017. – 179 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

Куручкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru	Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru
Кручинина Наталья Эдуардовна аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(962) 473-86-96 E-mail: kruchininane@gmail.com	Kruchinina Natalia Eduardovna postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(962) 473-86-96 E-mail: kruchininane@gmail.com

Применение нетрадиционного сырья в производстве кексов

Мурашкина О.А., Рыжова А.А.

Аннотация. В соответствии с СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения», для дополнительного обогащения рациона питания детей микронутриентами и отдельными микроэлементами, в технологии мучных кондитерских изделий возможно применение нетрадиционных видов сырья. Введение в рецептуру кексов порошка шпината, богатого витаминами, макро- и микроэлементами, позволит обогатить готовые изделия полезными веществами. Целью данного исследования являлось изучение химического состава и технологических свойств порошка шпината, определение эффективности его применения в рецептуре кексов, а также выявление рациональной дозировки вносимого обогатителя. В исследовании приводится содержание основных пищевых веществ, витаминов и минеральный состав порошка шпината. В работе приводятся результаты экспериментальных исследований влияния внесения шпината на изменение комплексных показателей готовых изделий. Рациональную дозировку определяли на основе анализа органолептических и физико-химических показателей продукции. В процессе исследований произведен подбор оптимального соотношения внесения обогатителя. Добавление порошка шпината в качестве обогатителя в рецептуру кексов, способствует увеличению содержания в готовом изделии витаминов А, В2, В6, В9, бета-каротина. Также повышается содержание некоторых минеральных веществ. В результате исследований сделан вывод о том, что наилучшим образцом по физико-химическим и органолептическим показателям является образец с внесением порошка шпината в количестве 10 % от общего количества пшеничной муки. В результате полученных данных можно охарактеризовать полученный кекс как изделие для профилактического и функционального питания.

Ключевые слова: кекс, порошок шпината, нетрадиционное сырье, функциональные свойства.

Для цитирования: Мурашкина О.А., Рыжова А.А. Применение нетрадиционного сырья в производстве кексов // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 16–21.

The use of non-traditional raw materials in the production of cakes

Murashkina O.A., Ryzhova A.A.

Abstract. According to SanPiN 2.3/2.4.3590-20 «Sanitary-epidemiological requirements to the organization of catering to the population», for an additional enrichment of children's diet with micronutrients and some microelements in the technology of flour-confectionery products, it is possible to use non-traditional raw materials. The introduction of spinach powder rich in vitamins, macro- and microelements into the production technology of cakes will enrich the finished products with useful substances without significantly reducing their nutritional value. The purpose of this study was to study the chemical composition and technological properties of spinach powder, to determine the effectiveness of its use in the recipe of cakes, as well as to identify a rational dosage of the introduced enrichment. In the study the content of basic nutrients, vitamins and mineral composition of spinach powder is given. The results of experimental studies on the change of complex indicators of finished products are given in the work. Rational dosage was determined by organoleptic and physical - chemical parameters. On the basis of the obtained studies the selection of the optimal ratio of enrichment is made. The addition of spinach powder, as an enrichment agent, in the recipe of muffins, increases the content of vitamins A, B2, B6, B9, Beta - carotene in the finished product. Also increases the content of some minerals. As a result of studies it has been concluded that the best sample according to physical - chemical and organoleptic indicators is the sample with the addition of spinach powder in the amount of 10% of the total amount of wheat flour. As a result of the data obtained it is possible to characterize the obtained muffin as a product for preventive and functional nutrition.

Keywords: muffin, spinach powder, non-traditional raw materials, functional properties.

For citation: Murashkina O.A., Ryzhova A.A. The use of non-traditional raw materials in the production of cakes. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 16–21. (In Russ.).

Введение

Организм школьника в период активного роста особенно нуждается в витаминах, макро- и микроэлементах как в жизненно важных пищевых веществах, недостаток которых может угрожать здоровью. Укрепление иммунитета, построение структурных компонентов, регулирование физиологических и обменных процессов – вот основные функции витаминов. Это незаменимые пищевые вещества, существование организма без которых невозможно.

Организм человека не вырабатывает витамины и минеральные вещества, а может получать их только с пищей, именно поэтому питанию школьников уделяется особенное внимание. Необходимо, чтобы оно было разнообразным и содержало все пищевые вещества не только в необходимом количестве, но и в легкоусвояемой форме.

По данным Института гигиены и охраны здоровья детей и подростков РАМН, достаточный по калорийности рацион питания детей школьного возраста зачастую оказывается недостаточным по содержанию витаминов и микроэлементов. Частой проблемой питания школьников является недоста-

ток витаминов А, Е, С, В1, В2 и других, микроэлементов Ca, Fe, Zn и др. Вследствие этого у детей школьного возраста могут развиваться такие алиментарно-зависимые состояния как железо-дефицитная анемия, остеопороз, задержка роста, наблюдается снижение способности к обучению [1].

В питании детей школьного возраста используются, в основном, продукты после кулинарной обработки, рафинированные продукты, полуфабрикаты высокой степени готовности. Все это снижает поступление в организм микронутриентов.

Дефицит жизненно необходимых витаминов, макро- и микроэлементов является одной из главных причин ухудшения состояния здоровья детей школьного возраста. Недостаток витаминов у школьников неблагоприятно сказывается на умственной работоспособности, быстрой утомляемости, приводит к снижению физической активности и негативно влияет на иммунную систему, а также к нарушению обмена веществ, который у детей школьного возраста в 1,5-2 раза выше, чем у взрослого человека.

Институтом питания РАМН были проведены исследования потребления витаминов и микроэлементов детьми школьного возраста, согласно

Таблица 1 – Рецепт кекса «Столичный» [2]

Наименование продуктов	Масса, г	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 100 шт. готовых изделий, г	
			в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная, в/с	20	85,5	2339	1999,8
Сахар – песок	18	99,85	17,55,0	1752,4
Масло сливочное	17,5	84	1754	1473,4
Яйцо	¼ шт	27	1404	379,1
Соль	0,07	96,5	7,1	6,9
Изюм	17,5	80	1754	1403,2
Пудра рафинадная	0,8	99,85	82	81,9
Эссенция	0,07	0	7,1	0
Натрий двууглекислый	0,7	0	7,1	0
Готовое изделие	75			

Таблица 2 – Содержание витаминов и минеральных веществ в кексе «Столичный» [2]

Пищевые вещества	Количество, мг	Суточная норма, %
Витамин В1	0,04	2,9
Витамин А	0,11	0,01
Витамин Е	0,06	0,42
Кальций	18	1,5
Фосфор	41	3,4
Марганец	9	3,9
Железо	0,8	4,4

Таблица 3 - Витамины, содержащиеся в 100 г порошка шпината [7]

Пищевые вещества	Ед. изм	Количество	Суточная норма, %
Витамин А	мкг	468	51,8
Бета-каротин	мкг	56,25	112,2
Витамин Е	мг	2	13,9
Витамин К	мкг	483,1	401,9
Витамин В1	мг	0,1	6,5
Витамин В2	мг	0,2	14,5
Витамин В6	мг	0,2	15
Витамин В9	мкг	193	47,7

Таблица 4 - Минеральный состав 100 г порошка шпината [7]

Пищевые вещества	Количество	Доля от суточной нормы, %
Кальций	99,1 мг	9,9
Железо	2,71 мг	27,1
Магний	78,0 мг	18,8
Фосфор	48,0 мг	6,8
Калий	557,0 мг	11,4
Натрий	78,2 мг	5,7
Цинк	0,49 мг	4,7
Медь	0,11 мг	13,6
Марганец	0,89 мг	38
Селен	1,0 мкг	1,69

которым определено, что недостаток витамина А существует у 70% школьников, витамины группы В являются дефицитом у 30-44%, бета-каротина – более чем у 40%, дефицит витамина С – у 70-90%, а дефицит витамина D – у 90% обследуемых детей [1].

Для восполнения дефицита жизненно необходимых веществ в питании школьников необходимо использовать обогащенные витаминами продукты. Мучные кондитерские изделия пользуются особой популярностью у детей школьного возраста и являются продуктами систематического употребления. Введение в рецептуру кексов натурального обогатителя, в виде порошка шпината, богатого витаминами и минеральными веществами, считается наиболее целесообразно.

Вследствие этой проблемы целью исследования является изучение химического состава и технологических свойств порошка шпината, определение эффективности его применения в рецептуре кексов, а также выявление рациональной дозировки вносимого обогатителя.

Объекты и методы исследования

Основным объектом исследования являлся порошок шпината. В качестве контрольного образца был взят кекс «Столичный», приготовленный по

классической рецептуре. В таблице 1 приводится его рецептурный состав, химический состав и энергетическая ценность.

Готовое изделие содержит белков – 3,0 г, жиров – 14,8 г, углеводов – 40,0 г. Энергетическая ценность 305,0 ккал.

В таблице 2 приводится содержание минеральных веществ и витаминов в кексе «Столичный».

Требования к качеству кексов.

Внешний вид: кекс круглой формы, поверхность выпуклая с характерными трещинами, на разрезе структура пористая без пустот и уплотнений. Мякиш – плотный. Цвет – желтый. Вкус – сладкий.

Шпинат содержит большое количество витаминов А, С, Р, К, группы В, каротина, фолиевой кислоты, минеральных солей, микроэлементов и антиоксидантов. В шпинате много кальция. В небольшом количестве содержатся углеводы и жиры, причем витамины А и С в нем более устойчивы к термической обработке, если сравнивать шпинат с другими овощами. По своему химическому составу шпинат является самым насыщенным полезными веществами овощем на единицу веса [3].

Шпинат способен снабжать организм необходимыми питательными веществами и, при этом легче других зеленых овощей усваивается. Так же, благодаря химическому составу, шпинат помогает работе нервной системы, играет большую роль в пищеварительном процессе, способствует повышению иммунитета и уровня обмена веществ, нормализации углеводного обмена и работы желудочно-кишечного тракта. Витамин К способствует нормальному свертыванию крови, железо, содержащееся в большом количестве, участвует в синтезе и повышает уровень гемоглобина, йод поддерживает правильную работу щитовидной железы, а калий помогает укреплять мышцы и улучшает метаболизм [3,4].

Зелень шпината считается низкокалорийным продуктом, т.к. общая калорийность ее в 100 г съедобной части, составляет всего 23 ккал, содержание белков 2,9 г, жиров 0,3 г, углеводов 2,0 г.

Также в 100 г шпината содержится витамины: К (филлохинон) (467,9% суточной нормы), В9 (фолаты) – 80 мкг (20%), С (аскорбиновая кислота) – (74,4%), бета-каротин 4,5 г (73,7%), и микроэлементы: марганец – 0,897 мг (93,8%), железо (32,3%), кальций – 82 г (12,4%), калия – 774 г (17,9%), йод (12,2%). [4]

В связи с тем, что шпинат обладает специфическим запахом и привкусом, рекомендуется использовать в качестве обогатителя мучных кондитерских изделий порошок шпината, он максимально сохраняет свойства свежих листьев и положительно сказывается на органолептических характеристиках готовых мучных кондитерских и хлебобулочных изделий.

Порошок шпината представляет собой мелко измельченную, сыпучую смесь, похожую на муку, с фракцией 50-100 микрон, изготовленную из шпи-

Таблица 5 – Показатели качества кексов

Наименование показателя	Значение показателей в образцах		
	Контрольный	Образец 1 10% порошка шпината	Образец 2 20% порошка шпината
Органолептические показатели			
Вкус и запах	Сдобный вкус, характерный аромат, без постороннего привкуса и запаха	Сдобный вкус, характерный аромат, присутствует слегка заметный кисловато-пряный привкус	Сдобный вкус, травянистый аромат, присутствует выраженный кисловато-пряный вкус
Поверхность	Выпуклая, с характерными трещинами		
Вид в изломе	Пропечённое изделие, без комочков и следов непромеса, без пустот, с равномерной пористостью. Цвет - желтый	Пропечённое изделие, без комочков и следов непромеса, без пустот, с равномерной пористостью. Цвет – светло-зеленый	Пропечённое изделие, без комочков и следов непромеса, без пустот, с равномерной пористостью. Цвет - зеленый
Структура	Пористая, без пустот и уплотнений. Мякиш - плотный		
Форма	Правильная, свойственная данному изделию, с выпуклой верхней поверхностью		
Физико-химические показатели			
Массовая доля влаги, %	16	15,8	15,5
Плотность, г/см³	0,33	0,32	0,31
Удельный объем, см³/г	3	3	3

Таблица 6 – Сведения о пищевой и энергетической ценности кекса

Пищевые вещества	Ед. изм	Суточная потребность в пищевых веществах школьников [9]	Содержание в образцах кексов		
			Контрольный образец	Образец 1, 10% порошка	Образец 2, 20% порошка
Белки	г	90	3	2,76	2,52
Жиры	г	92	14,8	13,31	11,82
Углеводы	г	383	40	36,07	32,14
Витамин А	мг	900	0,11	9,48	18,89
Бета-каротин	мг			112,5	225
Витамин Е	мг		0,6	0,58	0,56
Витамин К	мг			9,7	19,38
Витамин В1	мг	1,4	0,4	0,342	0,324
Витамин В2	мг	1,6		0,004	0,008
Витамин В6	мг			0,004	0,008
Витамин В9	мг			3,88	7,76
Кальций	мг	1200	18	18,18	18,36
Железо	мг	18	0,8	0,77	0,74
Магний	мг	300		1,58	3,16
Фосфор	мг	1200	41	37	33
Калий	мг	1200		11,2	22,4
Натрий	мг			1,5	3
Марганец	мг		9	8,12	7,24
Селен	мг	0,05		0,002	0,004

ната путем бережной низкотемпературной сушки и, одновременной с сушкой, мягкого измельчения остаточной влажности продукта. Тонкий помол обеспечивает максимальное усвоение организмом всех полезных веществ, а также повышенную рас-

творимость, моментальное насыщение натуральным зеленым цветом. Порошок из шпината обладает характерным травянистым ароматом и вкусом шпината.

При этом известно, что в 100 г порошка шпи-

ната содержится 3,8 % суточной нормы белка (2,9 г), 0,5% - жиров (0,4 г), и 1,2% - углеводов (3,6 г), необходимых для детей школьного возраста. Такое содержание основных пищевых веществ указывает на то, что порошок шпината - низкокалорийный пищевой продукт, содержащий множество антиоксидантов, поэтому его можно считать функциональным ингредиентом. [6]

Кроме того в порошке шпината содержится ряд витаминов макро- и микроэлементов. Некоторые из них представлены в таблицах 4 и 5.

В таблице 3 представлено содержание некоторых витаминов в 100 г порошка шпината.

В шпинате присутствуют жирорастворимые витамины А, бета-каротин, Е и К и водорастворимые витамины С, В1, В2, В3 (РР), В4, В5, В6 и В9.

Витамин А поддерживает иммунитет, отвечает за здоровье кожи и глаз, а также за репродуктивную функцию.

В-каротин обладает антиоксидантными свойствами.

Витамин В1 необходим для обеспечения нормальной деятельности сердечно – сосудистой и нервной систем, также он необходим при осуществлении ферментативных процессов и углеводного обмена. Недостаток витаминов группы В может привести к серьезным нарушениям нервной системы, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем.

В таблице 4 представлено содержание минеральных веществ 100 г порошка шпината.

Результаты и их обсуждение

Для определения рациональной дозировки порошка шпината в рецептуру кекса «Столичный», были проведены пробные выпечки кексов.

Добавку, в виде порошка шпината, вносили, заменяя 10 % и 20 % пшеничной муки.

Тесто замешивали согласно технологии приготовления кекса «Столичный». К размягченному сливочному маслу добавили сахар-песок. Постепенно взбивая, добавили яйцо, затем эссенцию, соду и соль. После тщательного перемешивания добавили в первый: образец 9 частей муки и 1 часть порошка шпината, во второй образец: 8 частей муки и 2 части порошка шпината. Готовые полуфабрикаты выпекали при температуре 205 - 215°C в течение 25-30 минут.

Качество выпеченных кексов определяли по органолептическим показателям (вкус и запах, поверхность, вид в изломе, структура и форма) и физико-химическим показателям (массовая доля влаги, плотность, удельный объем) в соответствии с ГОСТ 15052-2014.

Показатели качества опытных образцов кексов представлены в таблице 5.

При оценке органолептических свойств выпеченных изделий было выявлено, что с увеличением дозировки порошка шпината у образцов менялся

вкус, запах и цвет в изломе, причем, чем больше добавлено наполнителя, тем выраженной проявлялся запах и вкус шпината. При этом, все изделия имели форму, свойственную кексу, без вмятин, поверхность изделий выпуклая с характерными трещинами.

Массовая доля влаги в образцах практически не изменилась, относительно контрольного образца и составила в 1 образце - 15,8%, во 2 образце - 15,5%. Анализ плотности и удельного объема готовых изделий показал, что внесение порошка шпината не влияет на плотность и объем изделия.

Для определения влияния порошка шпината на функциональные свойства кексов, был проведен анализ пищевой ценности кексов в сравнении с контрольным образцом.

Анализ пищевой ценности кексов в сравнении с контрольным образцом представлен в таблице 6.

Анализ пищевой ценности кексов, обогащенных порошком шпината, в сравнении с контрольным образцом показал, что в образцах с обогатителем значительно увеличивается содержание витаминов А, В2, В6, В9, бета-каротина. Незначительно повышается содержание таких минеральных веществ, как кальций, калий. При этом снижается содержание основных пищевых веществ (белков, жиров и углеводов). Соответственно снижается и энергетическая ценность кексов, что положительно влияет на профилактику ожирения и составление сбалансированного рациона.

Учитывая общие характеристики опытных образцов, можно рекомендовать к применению в школьном питании образец 1, с добавлением порошка шпината в размере 10 %.

Выводы

Проведенные исследования показали, что порошок шпината обладает низкой калорийностью, высоким содержанием отдельных витаминов в 100 г: витамина А (в 51,8% суточной нормы), витамин К (401,9%), Бета-каротин (112,2%), витамины группы В, макро- и микроэлементов и антиоксидантов, которые не разрушаются при тепловой обработке. Благодаря богатому химическому и составу и полезным свойствам порошка шпината, позволяют считать его перспективным ингредиентом, способным придать функциональные свойства мучным кондитерским изделиям.

Проведенный анализ пищевой ценности обогащенного кекса, в сравнении с контрольным образцом показал, что в предполагаемом изделии увеличивается содержание витаминов А, В2, В6, В9, Бета – каротина.

В результате проведенных исследований, установлена оптимальная дозировка порошка шпината 10%.

Литература

- [1] Богомолова И.П., Белимова Е.А. Направления и механизмы государственного регулирования производства функциональных хлебобулочных изделий // Вестник ВГУИТ. 2014. № 2. С. 177–183. doi: 10.20914/2310-1202-2014-2-177-183
- [2] Лапшина В.Т. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания при общеобразовательных школах [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vse-uchebniki.ru/sborniki-receptur/lapshina-v-t-sbornik-receptur/>.
- [3] Калашникова Т.В., Беляева И.А. Ботаническое описание, морфологическая структурная оценка шпината огородного // Современная наука и инновации. 2014. № 4 (8). С. 33–37.
- [4] Миронова К.И., Землякова Е.С. Изучение химического состава растительных экстрактов, положительно влияющих на зрительную функцию // Вестник молодежной науки. 2015. № 1(1). С. 7. <http://vestnikmolnauki.ru/wpcontent/uploads/2016/08/mironova-1.pdf>
- [5] Сапожников А.Н. Перспективы использования шпината в производстве мучных и хлебобулочных изделий/ А.Н. Сапожников, А.В. Копылова, Ю.О. Крайнова, Крайнов С.А. // Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т. 80. – № 4. – С. 234-239.
- [6] Агросервер.ру. Шпинат порошок, мука. Режим доступа: <https://agroservers.ru/b/shpinat-poroshok-muka-pomol-menee-100-mkm-1235833.htm>.
- [7] Калорийность Шпинат в порошке. Химический состав и пищевая ценность. Режим доступа: https://health-diet.ru/table_calorie_users/1712533/.
- [8] ГОСТ 15052-2014 Кексы. Общие технические условия. – Введен в действие 01.01.2016. – М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.
- [9] СанПиН 2.3/2.4.3590-20. Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения. – [утв. Главный государственный санитарный врач РФ, 27.10.2020: срок введения с 1 января 2021 г. до 1 января 2027 г.

References

- [1] Bogomolova I.P., Belimova E.A. Directions and mechanisms of state regulation of the production of functional bread products // Vestnik VSUIT. 2014. No. 2. P. 177–183. doi: 10.20914 / 2310–1202–2014–2–177–183
- [2] Lapshina V.T. Collection of recipes for dishes and culinary products for public catering enterprises at secondary schools [Electronic resource]. Access mode: <https://vse-uchebniki.ru/sborniki-receptur/lapshina-v-t-sbornik-receptur/>.
- [3] Kalashnikova T.V., Belyaeva I.A. Botanical description, morphological structural assessment of vegetable spinach // Modern science and innovations. 2014. No. 4 (8). Pp. 33–37.
- [4] Mironova K.I., Zemlyakova E.S. Study of the chemical composition of plant extracts that have a positive effect on visual function // Bulletin of youth science. 2015. No. 1 (1). C. 7. <http://vestnikmolnauki.ru/wpcontent/uploads/2016/08/mironova-1.pdf>
- [5] Sapozhnikov A.N. Prospects for the use of spinach in the production of flour and bakery products / A.N. Sapozhnikov, A.V. Kopylova, Yu.O. Krainova, Krainov S.A. // Vestnik VGUIT. - 2018. - T. 80. - No. 4. - P. 234-239.
- [6] Agroservers.ru. Spinach powder, flour. Access mode: <https://agroservers.ru/b/shpinat-poroshok-muka-pomol-menee-100-mkm-1235833.htm>.
- [7] Calorie content Spinach powder. Chemical composition and nutritional value. Access mode: https://health-diet.ru/table_calorie_users/1712533/.
- [8] GOST 15052-2014 Cupcakes. General technical conditions. - Entered into force on 01.01.2016. - M.: Standartinform, 2019. -- 11 p.
- [9] SanPiN 2.3 / 2.4.3590-20. Sanitary and Epidemiological Requirements for the Organization of Public Catering. - [approved Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation, October 27, 2020: the term of introduction is from January 1, 2021 to January 1, 2027.

Сведения об авторах

Information about the authors

Мурашкина Оксана Александровна старший преподаватель кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 364-59-71 E-mail: xeniam13@yandex.ru	Murashkina Oksana Alexandrovna senior lecturer of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 364-59-71 E-mail: xeniam13@yandex.ru
Рыжова Алина Александровна студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Ryzhova Alina Alexandrovna student of the department «Food productions» Penza State Technological University

Функционально-технологические свойства мучной смеси с плодами калины обыкновенной

Павлова А.О., Шабурова Г.В.

Аннотация. Приведено теоретическое обоснование возможности применения плодов калины в технологии мучных изделий на основании анализа результатов исследований ученых в области применения плодов калины в технологии пищевых продуктов и практических исследований функционально-технологических свойств мучных смесей, содержащих пшеничную муку высшего сорта и порошок из плодов калины в дозировке 2, 4, 6 и 8 % к массе мучной смеси. Установлено снижение уровня содержания клейковины при повышении дозировки порошка калины взамен части пшеничной муки в смеси пшеничной муки и порошка из сухих плодов калины. Выявлено укрепление клейковины в образцах смеси пшеничной муки и порошка плодов калины. Приведены результаты экспериментальных исследований водопоглотительной способности мучных смесей. Показано, что водопоглотительная способность мучных смесей повышается с увеличением дозировки порошка плодов калины.

Ключевые слова: порошок плодов калины, пшеничная мука, функционально-технологические свойства мучных смесей.

Для цитирования: Павлова А.О., Шабурова Г.В. Функционально-технологические свойства мучной смеси с плодами калины обыкновенной // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 22–26.

Functional and technological properties of flour mixture with fruits of viburnum ordinary

Pavlova A.O., Shaburova G.V.

Abstract. The theoretical substantiation of the possibility of using viburnum fruits in the technology of flour products is given on the basis of an analysis of the results of research by scientists in the field of application of viburnum fruits in food technology and practical studies of the functional and technological properties of flour mixtures containing premium wheat flour and powder from viburnum fruits in a dosage of 2, 4, 6 and 8% by weight of the flour mixture. A decrease in the level of gluten content was established with an increase in the dosage of viburnum powder instead of a part of wheat flour in a mixture of wheat flour and powder from dry viburnum fruits. Revealed the strengthening of gluten in the samples of a mixture of wheat flour and powder of viburnum fruits. The results of experimental studies of the water absorption capacity of flour mixtures are presented. It is shown that the water absorption capacity of flour mixtures increases with an increase in the dosage of the viburnum fruit powder.

Keywords: viburnum fruit powder, wheat flour, functional and technological properties of flour mixtures.

For citation: Pavlova A.O., Shaburova G.V. Functional and technological properties of flour mixture with fruits of viburnum ordinary. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 22–26. (In Russ.).

Введение

Важной частью современной экономики Российской Федерации является рынок пищевой продукции. Его развитие, наряду с другими факторами, обусловлено внедрением технологий, позволяющих расширить производство продуктов питания,

обогащенных эссенциальными нутриентами, пищевых продуктов функционального и специализированного назначения, что особо отмечено в распоряжении Правительства Российской Федерации «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» [1].

Существенную часть кондитерского рынка

в Российской Федерации занимают мучные и сахаристые кондитерские изделия, пользующиеся постоянным устойчивым спросом, благодаря высоким вкусовым качествам, ценовой доступности, удобству потребления, а также тенденциям питания населения Российской Федерации [2]. Одним из перспективных нетрадиционных видов сырья для создания рецептур, обогащенных и функциональных кондитерских изделий, могут быть плоды калины и продукты ее переработки в связи с высоким содержанием в них биологически активных веществ [3, 4].

Известна технология приготовления из калины обыкновенной фруктовых снеков, при употреблении 100 г которых, позволяет удовлетворить суточную потребность в витамине С на 50 и более процентов. Отмечается большое содержание антиоксидантов и пищевых волокон в разработанных изделиях [5].

С использованием шрота калины разработана рецептура вафель, обогащенных белком и пищевыми волокнами [6]. На основе плодов калины красной предложена рецептура низкокалорийного желеобразного десерта с высоким содержанием провитамина А, витамина С, витамина Р, токоферолов [7].

Анализ литературы свидетельствует о возможности применения плодов калины и продуктов ее переработки в технологии кондитерских изделий с целью корректировки рецептур и создания продуктов питания с обогащенным витаминно-минеральным составом, продуктов функционального и специализированного назначения. Вместе с тем, отсутствуют данные исследований функционально-технологических свойств порошка из сухих плодов калины, а также изучения влияния различных дозировок порошка калины на технологические показатели мучной смеси.

Целью работы являлось исследование функционально-технологических свойств смеси пшеничной муки и порошка из сухих плодов калины с целью обоснования возможности применения нетрадиционного сырья в технологии мучных кондитерских изделий.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись смеси пшеничной муки с порошком из сухих плодов калины в количестве 2, 4, 6, 8 % взамен пшеничной муки. Порошок из сухих плодов калины получали в лабораторных условиях путем сушки плодов при 70°C до влажности не более 12 %.

Массовую долю сырой клейковины в смеси пшеничной муки и порошка из сухих плодов калины в количестве 2, 4, 6, 8 % взамен пшеничной муки определяли в соответствии с ГОСТ 27839-2013. Качество сырой клейковины оценивали на приборе ИДК [8]. Оценку водопоглощательной способности объектов исследования осуществляли путем опре-

деления поглощаемой воды при образовании теста требуемой консистенции. Сравнение показателей влажности, количества клейковины, качества клейковины, водопоглощательной способности мучной смеси приведено в относительных величинах, когда основной показатель (в контрольном образце) принят за 100 %.

Результаты и их обсуждение

В технологии сырцовых пряников рекомендуется использование муки со средним и слабым качеством клейковины. На первом этапе исследований изучено влияние порошка из сухих плодов калины на технологические показатели пшеничной муки, как доминирующего рецептурного компонента мучных кондитерских изделий. К основным технологическим показателям пшеничной муки относят количество и качество клейковины, обуславливающей уровень эластичности теста и его упругости, а также водопоглощательную способность пшеничной муки.

На рисунке 1 приведены результаты исследования влияния разных дозировок порошка калины на влажность смеси.

Анализ приведенных результатов представляет практический интерес для дальнейших исследований. Влажность опытных образцов мучной смеси снижается при увеличении в них дозировки порошка из плодов калины. Замена 2, 4, 6 и 8 % пшеничной муки на порошок из плодов калины приводит к снижению влажности на 0,7 %, 1,4 %, 2,1 % и 2,8 % в сравнении с уровнем влажности в контрольном образце. Установленный тренд уровня влажности обуславливает необходимость увеличения объема воды для производства мучных кондитерских изделий. На основании полученных результатов можно предполагать повышение выхода продукции в образцах с заменой части пшеничной муки на порошок из плодов калины, что, несомненно, является фактором, подтверждающим целесообразность применения порошка из плодов калины.

Установлено, что замена части пшеничной муки на порошок из плодов калины приводит к снижению количества клейковины в мучной смеси (рис. 2).

Снижение содержания клейковины в мучной смеси объясняется отсутствием клейковинных белков в порошке из плодов калины.

Замена пшеничной муки на 2 % порошка из плодов калины приводит к снижению содержания клейковины на 2,3 %. Внесение в мучную смесь 4 % порошка из плодов калины приводит к снижению содержания клейковины на 4,0 %. Внесение 6 % порошка из плодов калины приводит к снижению содержания клейковины на 6 % в сравнении с уровнем клейковины в контрольном образце. Замена пшеничной муки на 8% порошка из плодов калины приводит к снижению содержания клейковины на 8,3 %. Следует отметить, что содержание клейко-

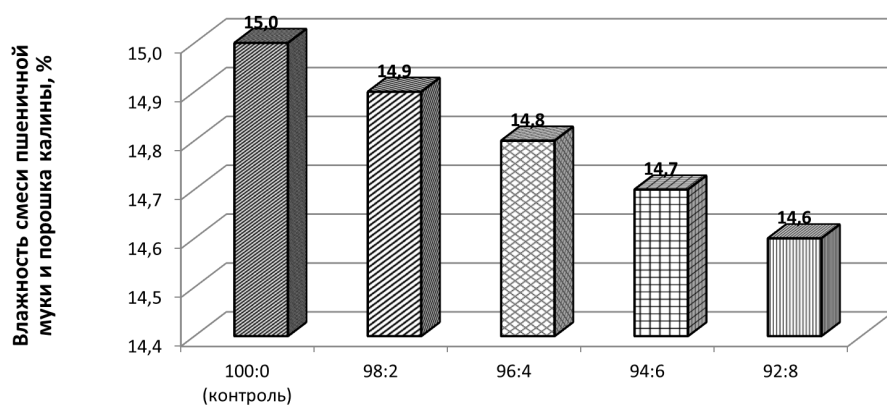
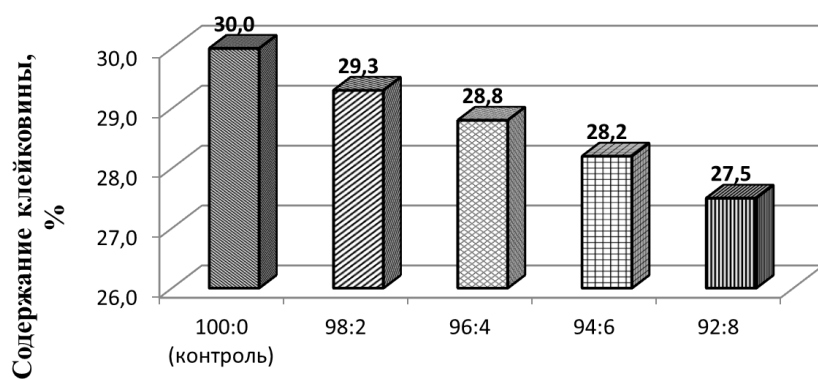
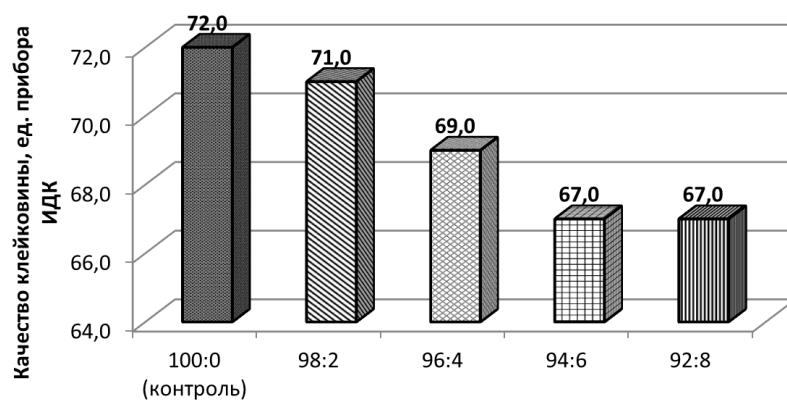


Рисунок 1 – Влажность мучной смеси при замене части пшеничной муки на порошок из сухих плодов калины



Соотношение пшеничной муки и порошка калины, %

Рисунок 2 – Содержание клейковины в мучной смеси при замене части пшеничной муки на порошок из сухих плодов калины



Соотношение пшеничной муки и порошка калины, %

Рисунок 3 – Качество клейковины мучной смеси при замене части пшеничной муки на порошок из сухих плодов калины

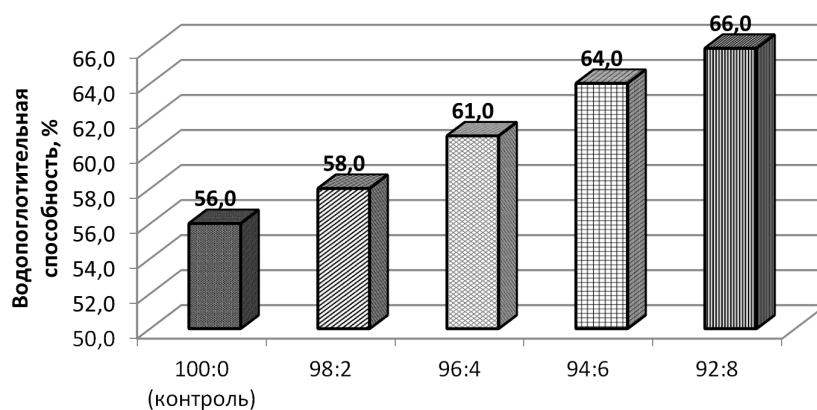


Рисунок 4 – Водопоглощательная способность мучной смеси

вины в образцах при внесении 2, 4, 6 % порошка из плодов калины соответствует требованиям к количеству клейковины для производства большинства мучных кондитерских изделий (28-30 %).

На рисунке 3 приведены результаты изучения качества клейковины в образцах с различным соотношением пшеничной муки и порошка из плодов калины.

Внесение порошка из плодов калины способствовало ее укреплению и повышению упругости. При введении 2 % порошка из плодов калины качество клейковины мучной смеси изменилось незначительно. Внесение 4 и 6 % порошка из плодов калины взамен части пшеничной муки привело к укреплению клейковины мучной смеси на 4,2 % и 7,0 %, соответственно, в сравнении с качеством клейковины мучной смеси в контрольном образце. Качество клейковины мучной смеси образца с внесением 8 % порошка из плодов калины остается на уровне образца с внесением 6 % порошка из плодов калины. Следует отметить, что качество клейковины всех образцов мучной смеси не вышло за рамки характеристики клейковины по упругим свойствам как «хорошая», что соответствует требованиям к качеству муки для производства мучных кондитерских изделий.

Механизм укрепления клейковины обусловлен, вероятно, окислительным действием органических кислот, содержащихся в значительном количестве в мучной смеси при внесении порошка из плодов калины. В связи с этим, возможно, в дальнейших исследованиях возникнет необходимость внесения ПАВ для ослабления качества клейковины при производстве отдельных видов мучных кондитерских изделий.

На следующем этапе работы исследовали водопоглотительную способность мучной смеси с заменой части пшеничной муки на порошок из плодов калины (рис.4).

Литература

- [1] Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р. – С. 17.
- [2] Шатнюк, Л.Н. Инновационные ингредиенты для обогащения хлебобулочных изделий / Л.Н. Шатнюк // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2016. – № 7-8. – С. 8-12.
- [3] Раскина, С.И. Разработка рецептуры мармелада с экстрактом калины обыкновенной / С. И. Раскина, О. В. Нестерова, Н. В. Бирюкова, С. В. Кондрашев // Медицинское образование и ВУЗовская наука. – 2018. – № 3-4(13-14). – С. 118-120.
- [4] Попова, Е. И. Витаминная ценность плодов и листьев калины обыкновенной, выращенной в условиях ЦЧР / Е. И. Попова, Н. В.

Водопоглотительная способность муки является существенным фактором, оказывающим влияние на ход технологического процесса и, следовательно, на качество мучных изделий. Кроме этого, от уровня водопоглотительной способности муки зависит выход продукции.

Нутриентами, влияющими на величину водопоглотительной способности муки и выход продукции, являются белки и пищевые волокна.

Установлено, что замена пшеничной муки на порошок из плодов калины в дозировке 2, 4, 6 и 8 % приводит к повышению водопоглотительной способности мучной смеси на 3,6; 8,9; 14,3 и 17,9 %, соответственно, что коррелирует с полученными нами результатами исследования влажности мучной смеси (рис.1).

Повышение водопоглотительной способности мучной смеси при внесении порошка из плодов калины обусловлено, вероятно, высоким содержанием пищевых волокон в порошке в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта. Пищевые волокна характеризуются высоким показателем набухания и связывания влаги.

Выводы

Таким образом, результаты исследований позволили обосновать возможность применения мучных смесей с применением порошка из плодов калины в технологии мучных изделий. Мучная смесь характеризуется пониженной в сравнении с пшеничной мукой, влажностью, что предполагает более высокий выход готовой продукции. Установлено содержание и качество клейковины в мучной смеси, соответствующее требованиям к качеству муки при производстве мучных кондитерских изделий. Установлен высокий уровень водопоглотительной способности мучной смеси, что позволяет обосновать возможность ее применения в рецептурах мучных кондитерских изделий.

References

- [1] Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030: Order of the Government of the Russian Federation dated June 29, 2016 № 1364-p. - P. 17.
- [2] Shatnyuk, L.N. Innovative ingredients for enrichment of bakery products / L.N. Shatnyuk // Confectionery and bakery production. - 2016. - № 7-8. - P. 8-12.
- [3] Raskina, S.I. Development of a recipe for marmalade with an extract of Viburnum vulgare / S. I. Raskina, O. V. Nesterova, N. V. Biryukova, S. V. Kondrashev // Medical education and university science. - 2018. - № 3-4 (13-14). - P. 118-120.
- [4] Popova, EI Vitamin value of fruits and leaves of Viburnum vulgare grown in the Central Black Earth region / EI Popova, NV Khromov // Modern problems of technology and technology of food production:

- Хромов // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: Материалы XX Международной научно-практической конференции, Барнаул, 14–15 марта 2019 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2019. – С. 39-42.
- [5] Попова, Е.И. Инновационная технология приготовления фруктовых снеков для функционального питания из калины обыкновенной / Е.И. Попова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 122-126.
- [6] Дергунова, Н. В. Разработка нового вида вафель с добавлением шрота калины обыкновенной / Н. В. Дергунова, О. Я. Кольман // Инновационные технологии пищевых производств: сборник тезисов докладов II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Севастополь, 12–13 декабря 2019 года / Под ред. Н.И. Покинтелитсы, Ю.О. Веляева. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2020. – С. 154-155.
- [7] Вольская, А. А. Технология приготовления желированного десерта на основе плодов калины Красной / А. А. Вольская // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России: Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 8-ми томах, Благовещенск, 19 апреля 2017 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2017. – С. 20-21.
- [8] Корячкина, С.Я. Контроль хлебопекарного производства/ С.Я. Корячкина, Н.В. Лабутина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелева. – Орел: ОрелГТУ, 2010. – 705 с.
- Materials of the XX International Scientific and Practical Conference, Barnaul, March 14-15, 2019. - Barnaul: Altai State Technical University named after V.I. I.I. Polzunova, 2019. - P. 39-42.
- [5] Popova, E.I. Innovative technology for the preparation of fruit snacks for functional nutrition from viburnum ordinary / E.I. Popova // Bulletin of Michurin State Agrarian University. - 2017. - No. 3. - P. 122-126.
- [6] Dergunova, N. V. Development of a new type of waffles with the addition of common viburnum meal / N. V. Dergunova, O. Ya. Kolman // Innovative technologies of food production: a collection of abstracts of the II All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young Scientists, Sevastopol, December 12-13, 2019 / Ed. N.I. Pokintelitsy, Yu.O. Velyaeva. - Sevastopol: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Sevastopol State University», 2020. - P. 154-155.
- [7] Volskaya, A. A. Technology of preparation of a gelled dessert based on the fruits of the Red viburnum / A. A. Volskaya // Problems and prospects for the development of the agro-industrial complex of Russia: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference. In 8 volumes, Blagoveshchensk, April 19, 2017. - Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University, 2017.- P. 20-21.
- [8] Koryachkina, S. Ya. Control of bakery production / S.Ya. Koryachkina, N.V. Labutin, N.A. Berezina, E.V. Khmeleva. - Orel: Orel State Technical University, 2010. - 705 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

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

Псиллиум – новый вид ингредиента в производстве продуктов питания

Сарафанкина Е.А., Буренкова С.А.

Аннотация. Многочисленными исследованиями доказано, что адекватное питание является залогом здоровья человека и неотъемлемой частью терапии при лечении заболеваний. Одним из востребованных и широко применяемых пищевых ингредиентов в рационе человека в последнее время являются пищевые волокна. Пищевые волокна применяют в фармацевтической отрасли при создании пребиотических препаратов, в пищевой промышленности при создании новых видов продуктов, в основном, функциональной направленности. Широкое использование пищевых волокон в технологии продуктов питания связано с их влагоудерживающей и жиросвязывающей способностью, сорбционной способностью связывать тяжелые металлы, студнеобразованием, пенообразованием, стабилизацией консистенции и др. Перспективным источником пищевых волокон при разработке продуктов питания, в частности мучных кондитерских и хлебобулочных изделий, может служить псиллиум. Использование данного сырья обусловлено безопасностью и доказанным терапевтическим эффектом. В статье рассмотрены основные свойства данного ингредиента, обобщены результаты практического применения псиллиума, определены возможности его применения в производстве новых изделий.

Ключевые слова: пищевые волокна, псиллиум, рецептура, мучные кондитерские изделия.

Для цитирования: Сарафанкина Е.А., Буренкова С.А. Псиллиум – новый вид ингредиента в производстве продуктов питания // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 27–32.

Psyllium - a new kind of ingredient in food production

Sarafankina E.A., Burenkova S.A.

Abstract. Numerous studies have proven that adequate nutrition is the key to human health and an integral part of therapy in the treatment of diseases. Dietary fiber is one of the demanded and widely used food ingredients in the human diet lately. Dietary fiber is used in the pharmaceutical industry for the creation of prebiotic preparations, in the food industry for the creation of new types of products, mainly of a functional orientation. The widespread use of dietary fiber in food technology is associated with their water-holding and fat-binding ability, sorption ability to bind heavy metals, gelation, foaming, stabilization of consistency, etc. psyllium. The use of this raw material is due to its safety and proven therapeutic effect. The article discusses the main properties of this ingredient, summarizes the results of the practical use of psyllium, identifies the possibilities of its use in the manufacture of new products.

Keywords: dietary fiber, psyllium, recipe, flour confectionery.

For citation: Sarafankina E.A., Burenkova S.A. Psyllium - a new kind of ingredient in food production. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 27–32. (In Russ.).

Введение

Мучные кондитерские изделия являются одной из наиболее востребованных категорий продовольственных товаров в Российской Федерации. На рынке присутствуют как традиционные, привыч-

ные для потребителя изделия, так и появляются новые виды, в производстве которых производители используют новые виды сырья и ингредиенты. Использование нетрадиционного сырья способствует расширению ассортимента выпускаемой продукции.

Включение нетрадиционного сырья при производстве продуктов осуществляется за счет создания и апробации новых рецептур с использованием данного сырья и замены одних компонентов рецептуры на новые с учетом действующих нормативных рекомендаций.

Нетрадиционное сырье подразделяют на белковые обогатители, обогатители растительными пищевыми волокнами, комплексные обогатители.

Пищевые волокна являются компонентами пищи, которые не перевариваются пищеварительными ферментами организма человека, однако, перерабатываются полезной микрофлорой кишечника. На сегодняшний день пищевые волокна признаны одним из важнейших элементов в питании современного человека. [2, 7].

Несбалансированное питание, употребление рафинированных продуктов, недостаточное включение в рацион злаковых и бобовых, фруктов, овощей способствует формированию дефицита пищевых волокон в рационе человека. В нашей стране по отдельным категориям населения дефицит пищевых волокон составляет 10-25% [6, 10, 12].

Ряд программных документов Российской Федерации, в том числе Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, предусматривают разработку и выпуск функциональных пищевых продуктов, а также необходимость поиска новых путей восполнения пищевых волокон в продуктах повседневного спроса.

Пищевые волокна подразделяют на растворимые и нерастворимые. Первые – обладают способностью растворяться в воде, образуя гелеобразное вещество, которое, в свою очередь, ферментируется бактериями в толстом отделе кишечника. Нерастворимые – остаются в неизменном виде при прохождении через желудочно-кишечный тракт.

Многочисленными исследованиями доказана неоспоримая роль пищевых волокон в питании населения. Рекомендуемый уровень потребления пищевых волокон 38 г/день и 25 г/день, соответственно, для мужчин и женщин в возрасте 19-50 лет. Длительный дефицит пищевых волокон в рационе способствует развитию ряда заболеваний: ожирение, сердечно-сосудистых заболеваний, диабет, и т.д. Систематическое включение в рацион пищевых волокон способствует улучшению перистальтики кишечника, стабилизации сахара в крови, снижению уровня холестерина, снижению риска развития злокачественных образований и заболеваний, связанных с повышенным уровнем глюкозы и липидов в крови [2, 11].

В связи с этим, для профилактики, а также для снижения риска развития многих заболеваний исследователями из разных стран прилагаются все большие усилия по созданию новых продуктов питания, обогащенных пищевыми волокнами, которые имеют и технологический потенциал.

Цель работы – анализ и обобщение информа-

ционных данных об использовании псиллиум в производстве продуктов питания.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись научные данные отечественных и зарубежных источников информации. В качестве методов исследования использовали методы анализа, синтеза, систематизации и обобщения.

Результаты и их обсуждение

Рынок мучных кондитерских и хлебобулочных изделий представлен продукцией, для изготовления которой применяется обработанное сырье, в частности пшеничная мука высшего и первого сорта, содержание пищевых волокон в которой, составляет 0,2-0,6грамм.

Обогащение мучных кондитерских и хлебобулочных изделий сырьем с высоким содержанием клетчатки является актуальным для пищевой промышленности.

Одним из источников пищевых волокон является псиллиум. Псиллиум (psyllium) – это шелуха или оболочка семян подорожника *Plantagoovata*, содержащая более 80 % натуральной клетчатки, преимущественно растворимой. На рынке псиллиум представлен несколькими формами выпуска: порошком, цельной шелухой, капсулы. Псиллиум нашел применение в медицинской практике и в пищевой промышленности. В лечебных целях применяют капсулы, в кулинарии – порошок и хлопья. В медицинской практике псиллиум применяют в гастроэнтерологии для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта. На российском рынке псиллиум представлен лекарственным препаратом – Мукофальком, который производится немецкой фармацевтической фирмой DrFalkPharma. Данный препарат содержит стандартизованную дозу медленно ферментируемой гелеобразующей фракции псиллиума и успешно применяется отечественными специалистами при различных заболеваниях [2, 3, 11].

Применение препаратов псиллиума рекомендовано в качестве дополнительных пищевых добавок для снижения уровня синтеза холестерина Национальной образовательной программой США по снижению уровня синтеза холестерина и Европейским обществом кардиологов [11].

Исследования, проведенные В. И. Чиркиным, И. А. Лазаревым, М. Д. Ардатской, Л. О. Минушкиной, показали, что псиллиум обладает сорбционными свойствами в отношении липидов и желчных кислот; нормализует моторику кишечника и оказывает более выраженное воздействие на системный обмен липидов. Препарат характеризуется хорошей переносимостью и безопасен при длительном применении [15].

В пищевой промышленности псиллиум в виде

порошка или цельной шелухи используют для выпечки, в качестве добавки в каши, соусы, мясные и рыбные фарши, панировку, для изготовления безглютеновых изделий. Выбор формы добавки зависит от вида изготавливаемого продукта питания.

Р. Ф. Курбанова, Т. А. Ямашев, О. А. Решетник (Казанский национальный исследовательский технологический университет) исследовали влияние волокон подорожника «Псиллиум» в количестве 0,5 %; 1,5 % и 2,5 % к пшеничной муке на изменение консистенции и устойчивость пшеничного теста. На основе полученных результатов был сделан вывод, введение псиллиума способствует увеличению газодерживающей способности теста и увеличению времени замеса теста [6].

Шуховцовой С.И., Байдалиновой Л.С. («Калининградский государственный технический университет») разработан продукт из мяса цыплят бройлеров с включением в его рецептуру пшеничных отрубей и муки из семян подорожника псиллиум. Авторами показано положительное влияние дополнительных ингредиентов на органолептические характеристики готового продукта, обоснована функциональность разработанных нагетсов, установлена безопасность нового продукта по микробиологическим показателям, установлен срок годности замороженных нагетсов (90 суток при температуре от минус 18°C до минус 14°C), определена оптимальная дозировка включения муки из псиллиума в фарш. Оптимальное количество функционального ингредиента, при котором продукт обладает наилучшими органолептическими характеристиками и функциональными свойствами, составляет 3% от массы фарша. При увеличении дозировки до 5% происходило взаимодействие муки и воды с образованием геля, что впоследствии сказалось на консистенции готового продукта [16].

Белевская И.В., Тащилин И.С., Бетмерзаева М.Р. (Магнитогорский государственный технический университет) в своих исследованиях обосновывают возможность применения муки псиллиума как ингредиента не содержащего глютен, в производстве безглютеновой и низкоуглеводной выпечки. Изделия, не содержащие в своем составе глютен, являются неотъемлемой частью рациона питания людей, имеющих заболевание целиакия [1].

Моисеев Н.С., Минцевич А.С. рекомендуют применение муки псиллиума в технологии производства безглютеновых изделий из дрожжевого теста. Псиллиум использовали при изготовлении дрожжевых изделий на основе рисовой муки. Проведенные авторами исследования показали положительное влияние псиллиума на пористость готовых изделий за счет образования белкового каркаса при поглощении влаги. В изделиях, изготовленных только из рисовой муки, пористость была снижена на 14,1% по сравнению с контрольным образцом. Количество муки псиллиума составило 5% от массы муки [8, 9].

Д. А. Ковалевская, О. М. Евтухова (Сибирский федеральный университет) использовали псиллиум для приготовления кулинарного изделия «Шаньга с картофелем». По результатам исследования был сделан вывод, что разработанное изделие, обогащенное псиллиумом, рекомендуется к выпуску на предприятиях общественного питания [4].

А.П. Смольяновой, М.О. Волошиной, Е.А. Селезневой (Пензенский государственный технологический университет), показана положительная роль порошка псиллиума в изготовлении тестовой оболочки блинчиков. Внесение 10% порошка позволило увеличить содержание пищевых волокон на 154%, при этом вкусо-ароматические характеристики не изменились [14].

На основе результатов, полученных в ходе эксперимента, было выявлено, что добавление псиллиума в хлеб в количестве от 2% до 17% положительно влияло на его реологические свойства и структуру мякиша, не ухудшает качество готового изделия [17].

Проведено исследование влияния внесения порошка псиллиума в количестве 5% к общей массе муки при изготовлении ржано-пшеничного хлеба. За основу взята унифицированная рецептура «Хлеб ржано-пшеничный». Добавку вносили на этапе замеса теста.

Добавление 5% псиллиума при замесе способствовало увеличению гидратационной способности теста, увеличению объема и мягкости мякиша. Улучшились реологические свойства теста – увеличились упругость и пластичность. Выпеченное изделие отличалось более высокой пористостью по сравнению с контрольным образцом. Кроме того, повышение содержания клетчатки в хлебе позволило замедлить процесс черствения за счет увеличенной водопоглощательной способности псиллиума. Себестоимость хлеба с добавлением муки из семян подорожника увеличилась незначительно (на 5,89 руб.) по сравнению с ценой на простой ржано-пшеничный хлеб.

Выводы

Анализ литературных данных показывает возможность перспективного использования псиллиума в качестве источника пищевых волокон, а также в качестве сырья, позволяющего изготавливать безглютеновые продукты питания. Учитывая высокую влагоудерживающую способность муки псиллиума и ее способность образовывать устойчивые гели, можно рекомендовать данный ингредиент к широкому применению в технологической практике производства продуктов питания с целью улучшения функционально-технологических свойств.

Применение нового ингредиента позволит производителям расширить ассортимент выпускаемой продукции за счет создания новой линейки продуктов.

Литература

- [1] Белевская И.В. Псиллиум – новое слово в низкоуглеводной выпечке / И.В. Белевская, И.С. Тащилин, М.Р. Бетмерзаева // Качество продукции, технологий и образования. Материалы XIII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 164-167.
- [2] Головенко О.В. Применение пищевых волокон из семян подорожника (псиллиум) в гастроэнтерологии и колопроктологии: пособие для врачей / О.В. Головенко, Т.Л. Михайлова, А.О. Головенко; ФГУ «ГНЦ колопроктологии» Минздрава России. – М.: 4TE Art, 2010. – 28 с. : ил. – ISBN 978-5-903274-48-2.
- [3] Кароматов, И. Д. Лекарственное растение подорожник блошный / И. Д. Кароматов, К. О. Саидова // Биология и интегративная медицина. – 2018. – № 11(28). – С. 226-235
- [4] Ковалевская Д.А. Обогащение мучного кулинарного изделия Енисейской кухни «Шаньга с картофелем» псиллиумом / Д. А. Ковалевская, О. М. Евтухова // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник тезисов VIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 1. Биотехнологии, качество и безопасность / под общ. ред. А. Ю. Просекова; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2020. – 340 с. ISBN 978-5-8353-2616-7
- [5] Контарева В.Ю. Характеристика псиллиума как растительного ингредиента в технологии пищевых продуктов / В.Ю. Контарева, В.В. Крючкова, С.Н. Белик, Е.В. Моргуль, О.Г. Ишонина // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием), посвященной 90-летию ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России. Волгоград, 2020. С. 187-191.
- [6] Курбанова Р. Ф. Влияние пищевых волокон псиллиум на продолжительность образования и устойчивость теста из пшеничной муки / Р. Ф. Курбанова, Т. А. Ямашев, О. А. Решетник // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник тезисов VIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 1. Биотехнологии, качество и безопасность / под общ. ред. А. Ю. Просекова; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2020. – 340 с. ISBN 978-5-8353-2616-7
- [7] Матвеева Т. В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: монография / Т. В. Матвеева, С. Я. Корякина. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 358 с.
- [8] Минцевич, А. С. Обоснование применения псиллиума в технологии безглютеновых мучных изделий из дрожжевого теста / А. С. Минцевич // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. – 2020. – № 14. – С. 133-136.

References

- [1] Belevskaya I.V. Psyllium - a new word in low-carb pastries / I.V. Belevskaya, I.C. Draghilin, M.R. Betmerzaeva // Quality of products, technologies and education. Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference. 2018. pp. 164-167.
- [2] Golovenko O.V. Application of dietary fibers from plantain seeds (psyllium) in gastroenterology and coloproctology: a manual for doctors / O.V. Golovenko, T.L. Mikhailova, A.O. Golovenko; FSU «GNC Coloproctology» Ministry of Health and Social Development of Russia. - M.: 4TYe Art, 2010. - 28 p.: il. – ISBN 978-5-903274-48-2.
- [3] Karomatov, I. D. Medicinal plant plantain blossy / I. D. Karomatov, K. O. Saidova // Biology and integrative medicine. – 2018. – No. 11(28). – pp. 226-235
- [4] Kovalevskaya D.A. / Enrichment of the flour culinary product of the Yenisei cuisine «Shanga with potatoes» psyllium / D. A. Kovalevskaya, O. M. Yevtukhova // Food innovations and biotechnology: a collection of theses of the VIII International Scientific Conference of students, graduate students and young scientists. Volume 1. Biotechnology, quality and safety / under the general ed. A. Yu. Prosekov; FSBOU VO «Kemerovo State University». - Kemerovo, 2020. - p. 340. ISBN 978-5-8353-2616-7
- [5] Kontareva V.Yu. Characterization of psyllium as a plant ingredient in food technology / V.YU. Kontareva, V.V. Kryuchkova, S.N. Belik, E.V. Morgul, O.G. Ishonina // Materials of the Interregional Scientific and Practical Conference (with international participation) dedicated to the 90th anniversary of FSB Federal State University University of Russia Volgograd, 2020. pp. 187-191.
- [6] Kurbanova R. F. The influence of psyllium dietary fibers on the duration of formation and stability of wheat flour dough / R. F. Kurbanova, T. A. Yamashev, O. A. Reshetnik // Food innovations and biotechnology: a collection of theses of the VIII International Scientific Conference of students, graduate students and young scientists. Volume 1. Biotechnology, quality and safety / under the general ed. A. Yu. Prosekov; FSBOU VO «Kemerovo State University». - Kemerovo, 2020. - p. 340. ISBN 978-5-8353-2616-7
- [7] Matveeva T.V. Flour confectionery of functional purpose. Scientific foundations, technologies, recipes: monograph / T.V. Matveeva, S. Ya. Koryachkina. - Eagle: FGOU VPO «State University - UNPK», 2011. – 358 pages.
- [8] Mintsevich, A. S. Rationale for the use of psyllium in the technology of gluten-free flour products from yeast dough / A. S. Mintsevich // Education and science without borders: social and humanities. – 2020. – No 14. - pp. 133-136.
- [9] Moiseev N.S. Study of the influence of psyllium on the functional and technological properties of yeast dough / N.S. Moiseev, A.S. Mintsevich // Scientific Notes of Orel GIET. 2021. No 2 (38). pp. 48-53.

- [9] Моисеев Н.С. Исследование влияния псиллиума на функционально-технологические свойства дрожжевого теста / Н.С. Моисеев, А. С. Минцевич // Научные Записки ОрелГИЭТ. 2021. № 2 (38). С. 48-53.
- [10] Невская Е.В. Хлебобулочные изделия для детского питания на основе натуральных ингредиентов / Е.В. Невская, Л.А. Шлеленко // Кондитерская сфера. –2013. – № 3 (50). – С. 46–47.
- [11] Полевая Е.В. Энтеросорбционные свойства псиллиума (Мукофалька) и возможные механизмы его действия при кишечных инфекциях / Е.В. Полевая, Т.Я. Вахитов, С.И. Ситкин // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. – 2012. – №2. – С.35-39
- [12] Потоцкая А.С. Пищевые волокна подорожника *PlantagoPsyllium L.* в производстве колбасных изделий / А.С. Потоцкая, А.В. Алешков, И.П. Кольцов, Т.К. Каленик // Научно-практический журнал Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов, № 1(48) .- 120стр.
- [13] Румянцева В.В. Исследование влияния нетрадиционного сырья на технологические свойства пшеничной муки / В.В. Румянцева, С. И. Дмитренко, Т. Н. Суровцева, В. В. Коломыцева // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник тезисов VIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 1. Биотехнологии, качество и безопасность / под общ. ред. А. Ю. Просекова; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2020. – 340 с. ISBN 978-5-8353-2616-7
- [14] Смольянова А.П. Использование нетрадиционного вида сырья в рецептурах тестовой оболочки блинчиков / А.П. Смольянова, М.О. Волошина, Е.С. Селезнева // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 12–17
- [15] Чиркин В.И. Эффективность препарата пищевых волокон псиллиума у больных метаболическим синдромом / Чиркин В.И., Лазарев И.А., Ардатская М.Д., Минушкина Л.О. // Российский медицинский журнал. 2012. № 3. С. 37-41.
- [16] Шуховцова С.И. Обоснование биотехнологии, качества и безопасности формованной продукции повышенной биологической ценности из мяса птицы / С.И. Шуховцова, Л.С. Байдалинова // V МЕЖДУНАРОДНЫЙ БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ. материалы форума. Составитель Кострикова Н.А., 2017. С. 1519-1529
- [17] Fratelli C., Santos F.G., Muniz D.G., Habu S., Braga A.R.C., Capriles V.D. Psyllium Improves the Quality and Shelf Life of Gluten-Free Bread/ C. Fratelli, F.G. Santos, D.G. Muniz, S. Habu, A.R.C. Braga, V.D. Capriles // Foods. - 2021. Vol. 10, No 5. DOI:10.3390/foods10050954
- [10] Nevskaya E.V. Bakery products for baby food based on natural ingredients/E.V. Nevskaya, L.A. Shlelenko// Confectionery sphere. – 2013.– No. 3 (50). – pp.. 46–47
- [11] Poleyaya E.V. Enterosorption properties of psyllium (*Mucofalk*) and possible mechanisms of its action in intestinal infections / E.V. Poleyaya, T.Ya. Vakhitov, S.I. Sitkin //Clinical prospects of gastroenterology, hepatology.- 2012.- No. 2.- pp.35-39
- [12] Pototskaya A.S. Food fibers of plantain *PlantagoPsyllium L.* in the production of sausages/A.S. Pototskaya, A.V. Aleshkov, I.P. Koltsov, T.K. Kalenik// Scientific and practical journal Technology and commodity science of innovative food products, No. 1 (48) .- 120 p.
- [13] Rumyantseva V.V. Study of the influence of unconventional raw materials on the technological properties of wheat flour/V.V. Rumyantseva, S.I. Dmitrenko, T.N. Surovtsev, V.V. Kolomytseva// Food innovations and biotechnology: a collection of theses of the VIII International Scientific Conference of students, graduate students and young scientists. Volume 1.Biotechnology, quality and safety/under the general ed. A. Yu.Prosekova; FSBOU VO «Kemerovo State University.» - Kemerovo, 2020. - p. 340 . ISBN 978-5-8353-2616-7
- [14] Smolyanova A.P. Using an unconventional type of raw materials in the formulations of the test shell of pancakes ./A.P. Smolyanova, M.O. Voloshina, E.S. Selezneva//Innovative technology and technology. 2019. No 4 (21). pp. 12-17
- [15] Chirkin V.I. Efficacy of psyllium dietary fiber preparation in patients with metabolic syndrome / Chirkin V.I., Lazarev I.A., Ardatskaya M.D., Minushkina L.O.//Russian Medical Journal. 2012. No. 3. pp. 37-41.
- [16] Shukhovtsova S.I. Substantiation of biotechnology, quality and safety of molded products of increased biological value from poultry meat / S.I. Shukhovtsova, L.S. Baidalinova // V INTERNATIONAL BALTIC SEA FORUM. forum materials. Compiled by Kostrikova N.A., 2017. pp. 1519-1529
- [17] Fratelli C., Santos F.G., Muniz D.G., Habu S., Braga A.R.C., Capriles V.D. Psyllium Improves the Quality and Shelf Life of Gluten-Free Bread/ C. Fratelli, F.G. Santos, D.G. Muniz, S. Habu, A.R.C. Braga, V.D. Capriles// Foods. - 2021. Vol. 10, No 5. DOI:10.3390/foods10050954

Сведения об авторах

Information about the authors

Сарафанкина Елена Александровна старший преподаватель кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(986) 940-19-53 E-mail: satel18@mail.ru	Sarafankina Elena Aleksandrovna senior lecturer of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(986) 940-19-53 E-mail: satel18@mail.ru
Буренкова Снежана Алексеевна студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(904) 267-13-28 E-mail: nix.lerros@gmail.com	Burenkova Snezhana Alekseevna student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(904) 267-13-28 E-mail: nix.lerros@gmail.com

Определение индекса расширения экструдатов из гречихи

Фролов Д.И., Соболев Е.Г.

Аннотация. В статье исследовалось влияние температуры, влажности теста и скорости вращения шнека на качество смесей на основе гречихи. 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. Наибольшая вариабельность объяснялась температурой процесса для смеси 1. Влажность теста составляла наибольшее количество вариаций для смесей 2 и 3. Максимальные прогнозируемые значения индекса расширения были получены при низких уровнях влажности теста.

Ключевые слова: экструзия, гречиха, смесь, мука, индекс расширения, влажность.

Для цитирования: Фролов Д.И., Соболев Е.Г. Определение индекса расширения экструдатов из гречихи // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 33–37.

Determination of the expansion index of buckwheat extrudates

Frolov D.I., Sobolev E.G.

Abstract. The article investigated the effect of temperature, dough moisture and screw rotation speed on the quality of buckwheat-based 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. The greatest variability was attributed to the process temperature for Blend 1. Dough moisture was the most varied for Blends 2 and 3. The maximum predicted expansion index values were obtained at low dough moisture levels.

Keywords: extrusion, buckwheat, mix, flour, expansion index, moisture.

For citation: Frolov D.I., Sobolev E.G. Determination of the expansion index of buckwheat extrudates. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 33–37. (In Russ.).

Введение

Питательные и органолептические свойства гречихи делают это зерно подходящим кандидатом для расширенных возможностей переработки и сбыта в пищевой промышленности. Ежегодно во всем мире собирают около 3 миллионов гектаров гречихи. Ведущими производителями гречки являются Россия, Китай, Япония, Польша, Канада, Бразилия и США.

Гречневая мука смешивается с зерновой мукой и используется для изготовления блинов, печенья, хлеба, лапши, спагетти, макарон и готовых к употреблению хлопьев для завтрака [1, 2]. Ранее исследова-

тели заменяли до 50% пшеничной муки - гречишной мукой в хлебопечении [3]. В целом хлеб, выпеченный с содержанием до 25% гречневой муки в рецептуре и включающий сыворотку или простоквашу, был приемлемым [4].

Экструзионная варка - это универсальный процесс, улучшающий органолептические и питательные качества пищевых продуктов. 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 [5].

Цель исследования было оценить влияние тем-

пературы, влажности теста и скорости вращения шнека на качество смесей на основе гречихи.

Объекты и методы исследований

Гречневая мука, кукурузная мука, пшеничная мука и обезжиренное сухое молоко закупались на местном рынке и магазине.

Предварительные экспериментальные испытания экструзии проводились со смесями, включающими 30-100% гречневой муки, 25-60% кукурузной муки, 40-60% пшеничной муки и 5-10% обезжиренного сухого молока. Основным критерием, использованным в предварительных испытаниях, был индекс расширения экструдатов.

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.

При выполнении работы были использованы общепринятые стандартные методы исследований.

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 °C), влажности теста (15-22%) и скорости вращения шнека (260-390 об/мин). Параметры экструзии и их уровни в плане эксперимента

Таблица 1 – Дисперсионный анализ для соответствия экспериментальных данных моделям поверхности отклика

Размеры эффектов

Зависимая переменная	Множеств R	Множеств R ²	Скоррект R ²	F	p
EI	0,990	0,980	0,980	1305,89	0

Коэффициенты

	EI - Парам.	EI - Ст. Ош.	EI - t	EI - p
Св.член	-88,185	2,538	-34,740	0
W	0,034	0,111	0,306	0,760
W ²	-0,011	0,002	-4,860	0,000
T	-0,072	0,012	-6,077	0
T ²	0,001	0,000	20,491	0
S	0,646	0,015	44,049	0
S ²	-0,001	0,000	-45,019	0
W*T	-0,002	0,000	-3,973	0,000
W*S	0,001	0,000	10,093	0
T*S	-0,000	0,000	-17,931	0

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

Влажность теста и содержание белка, сырого жира и золы определяли согласно утвержденным методам.

Диаметр экструдатов измеряли штангенциркулем. Индекс диаметрального расширения рассчитывали путем деления диаметра экструдата на диаметр сопла фильеры. Каждое значение рассчитывали как среднее по 10 показаниям.

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

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

Результаты и их обсуждение

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

Переменной отклика являлся индекс расширения экструдата (EI).

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 1.

План эксперимента и полученные данные индекса расширения экструдата (EI) показаны в таблице 2.

Наблюдаемые (фактические данные) значения индекса расширения для смесей 2 и 3 в значительной степени перекрывались с диапазонами 2,6–3,2 единиц. Смесь 1 имела наблюдаемые значения с более широким диапазоном 2,9–3,9 единиц, что указывает на большее расширение смеси, что является желаемой характеристикой. Модели первого порядка (линейные компоненты) для смесей 1 и 3 объясняют большую часть изменчивости индекса расширения со значениями R²>0,85. Поверхностные модели второго порядка, по-видимому, обеспечивают значительное улучшение для всех трех смесей с коэффициентами детерминации 0,957, 0,887 и 0,990 соответственно. Хотя тесты на отсутствие соответствия были незначительными для моделей второго порядка всех

Таблица 2 – План эксперимента и полученные экспериментальные данные

№	T			W			N			EI 1	EI 2	EI 3
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3			
1.	105	120	110	19	16	16	280	330	280	4,199	4,626	4,615
2.	105	120	110	19	16	16	320	370	320	4,96	0,918	5,188
3.	105	120	110	21	18	18	280	330	280	3,753	4,391	4,286
4.	105	120	110	21	18	18	320	370	320	4,613	0,782	4,959
5.	125	140	130	19	16	16	280	330	280	3,943	4,639	4,575
6.	125	140	130	19	16	16	320	370	320	4,548	0,774	4,992
7.	125	140	130	21	18	18	280	330	280	3,435	4,342	4,185
8.	125	140	130	21	18	18	320	370	320	4,139	0,577	4,701
9.	115	130	120	20	17	17	300	350	300	4,568	3	5,057
10.	115	130	120	20	17	17	300	350	300	4,568	3	5,057
11.	95	110	100	20	17	17	300	350	300	5,181	3,345	5,454
12.	135	150	140	20	17	17	300	350	300	4,451	3,152	5,156
13.	115	130	120	18	15	15	300	350	300	4,951	3,172	5,322
14.	115	130	120	22	19	19	300	350	300	4,096	2,74	4,703
15.	115	130	120	20	17	17	260	310	260	2,155	5,056	2,831
16.	115	130	120	20	17	17	340	390	340	3,62	0,534	3,92

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

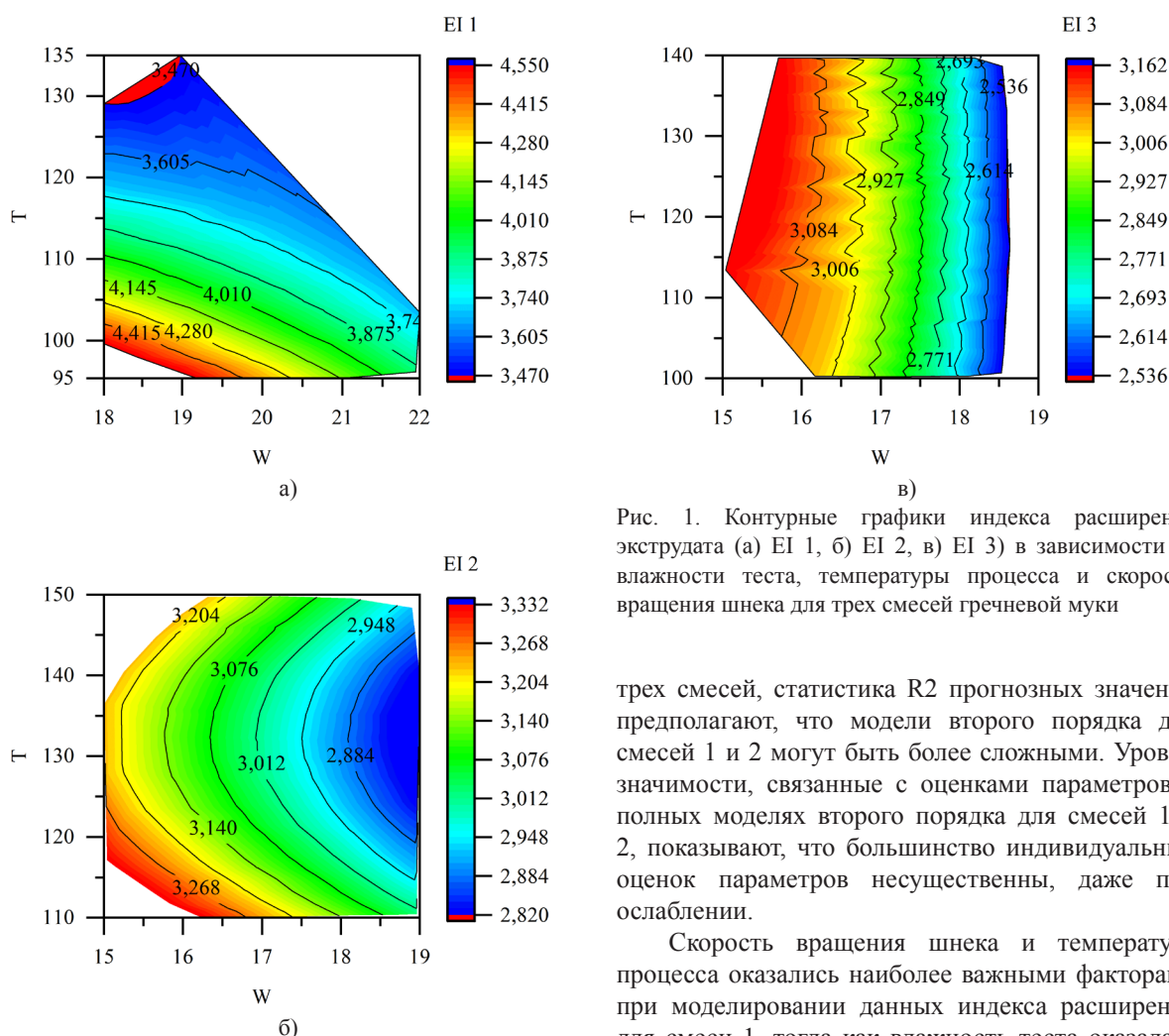


Рис. 1. Контурные графики индекса расширения экструдата (а) EI 1, б) EI 2, в) EI 3) в зависимости от влажности теста, температуры процесса и скорости вращения шнека для трех смесей гречневой муки

трех смесей, статистика R2 прогнозных значений предполагают, что модели второго порядка для смесей 1 и 2 могут быть более сложными. Уровни значимости, связанные с оценками параметров в полных моделях второго порядка для смесей 1 и 2, показывают, что большинство индивидуальных оценок параметров незначительны, даже при ослаблении.

Скорость вращения шнека и температура процесса оказались наиболее важными факторами при моделировании данных индекса расширения для смеси 1, тогда как влажность теста оказалась наиболее важным фактором в модели смеси

2. Смесь 3 продемонстрировала значительные эффекты по всем трем факторам. Влажность теста была наиболее важным фактором, основанным на очень значимом F-тесте и на том факте, что три наиболее значимых отдельных члена в модели содержали влажность теста.

Анализ поверхности отклика дал точку в качестве стационарной точки для каждой из трех смесей. Использование методов визуализации данных индекса расширения для смеси 1 показало, что самые высокие прогнозируемые значения индекса расширения наблюдались при более низкой влажности теста, низкой температуре процесса и от умеренной до высокой скорости вращения шнека. Визуализация фактических данных, а также множественные диаграммы разброса фактических данных подтвердили эти результаты.

Цель использования контурных графиков состояла в том, чтобы изобразить регионы, которые, по прогнозам, будут оптимальными, на основе моделей, которые мы подбираем. Оптимальные области были определены с использованием как традиционной методологии поверхности отклика, так и методов визуализации. Методы визуализации сыграли важную роль в определении областей в пространстве дизайна, где можно найти оптимальные предсказанные ответы. Это связано с тем, что модели со значительными членами взаимодействия и седловыми точками для стационарной точки предполагают, что не существует четкой области для оптимумов.

Смеси 2 и 3 содержат большое количество кукурузы, и наши контурные графики показывают,

что индекс расширения снижается при высокой влажности теста. Наши результаты показали, что влияние на индекс расширения из-за температуры процесса казалось умеренно важным для смеси 1, не столько для смеси 2, и не важным фактором для смеси 3.

Гречневая мука содержит в среднем 42-58% амилозы, что в 1,6-2,0 раза больше, чем ожидается в кукурузной и пшеничной муке. Возможно, что за счет изменения соотношения амилоза-амилопектин и введения амилопектина с разным размером молекул, в расплавленном состоянии смеси 1 образуется система, более способствующая расширению в условиях испытанного процесса.

Таким образом, мы объясняем физические различия экструдатов, такие как расширение, реологическими изменениями во время плавления крахмала и белков в условиях экструзии трехкомпонентных смесей.

Выводы

Использование гречневой муки в экструдированных закусках и готовых к употреблению сухих завтраках предлагает желаемое изменение вкуса и может использовать преимущества питательных качеств гречихи. Это исследование показало, что индекс расширения был наиболее важным показателем общего качества экструдата, содержащего гречку.

Литература

- [1] Comparison of pregelatinization methods on physicochemical, functional and structural properties of tartary buckwheat flour and noodle quality / X. Sun [et al.] // Journal of Cereal Science. 2018. Vol. 80. P. 63–71.
- [2] Physically modified common buckwheat starch and their physicochemical and structural properties / W. Li [et al.] // Food Hydrocolloids. 2014. Vol. 40. P. 237–244.
- [3] 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.
- [4] 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.

References

- [1] Comparison of pregelatinization methods on physicochemical, functional and structural properties of tartary buckwheat flour and noodle quality / X. Sun [et al.] // Journal of Cereal Science. 2018. Vol. 80. P. 63–71.
- [2] Physically modified common buckwheat starch and their physicochemical and structural properties / W. Li [et al.] // Food Hydrocolloids. 2014. Vol. 40. P. 237–244.
- [3] 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.
- [4] 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.

[5] 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.

[5] 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

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

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 621.892:621.43

К обоснованию параметров управления технической эксплуатацией МТП АПК

Дунаев А.В., Ломовских А.Е., Родионов Ю.В., Скоморохова А.И.

Аннотация. В статье уточняется подход к обоснованию нормативных значений диагностических параметров тракторов. В ходе выполнения исследования проведен анализ известных решений и НТД по теме с 1960 г. Показано, что нормативные значения диагностических параметров деталей, сопряжений, узлов, агрегатов машин, оптимальные сроки их службы важны для рациональной организации технического сервиса, а оптимизация этих показателей весьма актуальна для инженерной службы АПК. Однако в настоящее время нет апробированных научно-технических решений, несмотря на то, что главный технико-экономический подход к их обоснованию известен с 1925 г. – по минимуму прямых и косвенных суммарных удельных затрат и издержек на технический сервис. С таким подходом наработки ученых АПК и автотранспорта известны, а наиболее широко они выполнены проф. Михлиным В.М. Однако, обоснование им допускаемых значений диагностических параметров сельскохозяйственных тракторов абстрактное, трудоемкое и нигде не реализованное. Учитывались лишь постепенные параметрические диагностические параметры без механических отказов, а реальные остались вне внимания. Преувеличено влияние допускаемых величин параметров на надежность и ресурс объектов контроля. В работе предложено оптимизировать величины параметров по условию достижения затрат на технический сервис конкретного объекта по бухгалтерии к стоимости нового объекта.

Ключевые слова: параметр технического состояния, допускаемое и предельное значения, технико-экономическое обоснование, затраты на технический сервис.

Для цитирования: Дунаев А.В., Ломовских А.Е., Родионов Ю.В., Скоморохова А.И. К обоснованию параметров управления технической эксплуатацией МТП АПК // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 38–47.

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

Dunaev A.V., Lomovskikh A.E., Rodionov D.Yu., Skomorokhova A.I.

Abstract. The article clarifies the approach to substantiating the standard values of the diagnostic parameters of tractors. In the course of the study, the analysis of known solutions and NTD on the topic since 1960 was carried out. It is shown that the standard values of the diagnostic parameters of parts, interfaces, units, machine assemblies, their optimal service life are important for the rational organization of technical service, and the optimization of these indicators is very important for engineering service of the agro-industrial complex. However, at present there are no approved scientific and technical solutions, despite the fact that the main technical and economic approach to their substantiation has been known since 1925 - at a minimum of direct and indirect total unit costs and costs of technical service. With this approach, the developments of scientists of the agro-industrial complex and vehicles are known, and most widely they are carried out by prof. Mikhlin V.M. However, his justification of the admissible values of the diagnostic parameters of agricultural tractors is abstract, laborious and not implemented anywhere. Only gradual parametric diagnostic parameters were taken into

account without mechanical failures, while the real ones were left out of attention. The influence of the admissible values of the parameters on the reliability and service life of the controlled objects has been exaggerated. The paper proposes to optimize the values of the parameters according to the condition of reaching the cost of technical service of a particular object in accounting to the cost of a new object.

Keywords: technical condition parameter, permissible and limiting values, feasibility study, technical service costs.

For citation: Dunaev A.V., Lomovskikh A.E., 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. 4. pp. 38–47. (In Russ.).

Введение

Машинно-тракторный парк (МТП) агропромышленного комплекса (АПК) многих стран включает до сотен тысяч тракторов, десятки тысяч самоходных комбайнов, сотни тысяч иных машин и орудий. Так в АПК РФ содержится около 450 тыс. тракторов, более 70 тыс. зерноуборочных комбайнов при обеспеченности их в АПК на 35-60%. Но заметную их долю составляют машины со сроком службы более 10 лет. Аналогично положение и по машинам и оборудованию в животноводстве.

Списание техники АПК в РФ превосходило её обновление. МТП АПК РФ ослаблен количественно и качественно, преобладает техника за пределами амортизации. Увеличены затраты на ремонт МТП, составляющие, не менее 50 млрд. руб. в год, ежегодно ремонтируется 50-55 % тракторов. Перед владельцами техники стоит задача сохранения МТП своими силами и бережного его использования. Это требует четкой работы инженерной службы предприятий АПК.

Согласно [1] и ГОСТ 20793 в технической эксплуатации тракторов рекомендуется система плановых технических обслуживаний ТО-1, ТО-2, ТО-3 и ТО перед исчерпанием их эксплуатационного ресурса с определением остаточного ресурса агрегатов. В современных самоходных машинах периодичность ТО включает 50, 100, 250, 500, 1000 и 2000 мото-ч. В стандартной НТД и в ГОСТ РФ предусмотрены текущие и капитальные ремонты тракторов, текущие ремонты остального парка машин. При плановых ТО машин обязательны очистительные, смазочно-заправочные и простые регулировочные работы. А сложные регулировки рекомендуется проводить по потребности согласно результатам диагностирования.

Однако в реальной эксплуатации ТО машин совмещается с текущим ремонтом, особенно при устранении тяжелых отказов, должное диагностирование машин проводится редко, а дилерский сервис современных машин содержит периодичность и номенклатуру сервисных работ с учетом данных бортовой системы контроля.

Порядок проведения ТО тракторов часто на-

рушается, их ремонты проводят в основном в осенне-зимний период. Конечно, участвовавшие реальные отказы старой техники с её остановкой вынуждают их устранять вне плана. Поэтому и в 80-е гг. диагносты АПК СССР в основном работали по выявлению и устранению причин внезапных, не прогнозируемых отказов, а также по несложному текущему ремонту машин с заменой форсунок, ремней и других возимых ими простых деталей.

Вопросы оптимальной организации технического сервиса МТП АПК актуальны и ныне. А исторически оптимизация нормативов в технической эксплуатации МТП АПК начата оптимизацией срока службы объектов контроля технико-экономическим методом, при котором их эксплуатацию заканчивают тогда, когда наступает минимум суммарных удельных затрат и издержек на их технический сервис.

Глубоко технико-экономический метод оптимизации показателей технической эксплуатации машин с 70-х гг. был развит в ГОСНИТИ проф. Михлиным В.М. [2], доведен им до универсального использования по номограммам, таблицам, что получило признание также в Венгрии и в ГДР.

Основная задача управления надежностью техники заключается в обеспечении наиболее полного использования ее ресурса при приемлемом уровне надежности. При этом прогнозирование изменения постепенно ухудшающихся диагностических параметров с параметрическими отказами как раз и позволяет полнее реализовать заложенные ресурс и эффективность работы объектов контроля. Полнее это достигается при проведении с диагностированием качественного ТО. Все это глубоко и разносторонне исследовано в работах проф. Михлина В.М. [2].

В первом разделе [2] рассмотрены общие вопросы надежности и диагностирования, во втором углубленно разрешались проблемы прогнозирования и оптимизации показателей, постепенных, параметрических отказов: безотказности, остаточного и полного ресурса элементов; допускаемых значений диагностических и структурных параметров элементов; замыкающего звена размерной конструкторской цепи механизма; вероятности

правильного диагностирования; оптимизации периодичности диагностирования; особенности разработки тех. требований на ремонт деталей и сопряжений. В третьем разделе [2] предложены приемы решения некоторых проблем в организации управления состоянием машин по результатам их диагностирования.

Конечно, первый глубокий [2] подход к оптимизации нормативов в технической эксплуатации МТП АПК не мог быть идеальным, особенно по разнообразию факторов технической эксплуатации, вида отказов и неисправностей машин. Так вне внимания остались внезапные механические аварийные отказы.

Известно, что главные, по 1-й группе, отказы (разрушения, деформации, прогары, прорывы газов, жидкостей, заклинивание с прекращением работы узла, агрегата, машины) являются внезапными, не прогнозируемыми, не управляемыми. Они возникают из-за развития скрытых неконтролируемых непрогнозируемых дефектов. Отсюда обоснование и оптимизация нормативов их контроля пока не осуществима. Все же известны и приближенные реальные решения вопросов технического сервиса МТП АПК [3]. А по постепенным диагностическим параметрам в иных отраслях имеется и трехступенчатая система их нормативных величин [4].

Следует учитывать и то, что контроль и воздействие на регулируемые при ТО параметры не дают оснований задавать по ним остаточный ресурс. Нельзя считать отказами замены масел, смазок, жидкостей, фильтров, регулировки механизмов, являющихся естественными процессами функционирования объектов, заданные их конструированием и предусмотренные инструкциями по их эксплуатации.

Как известно, многие допускаемые и предельные значения диагностических параметров с.-х. тракторов СССР обосновывались эмпирически в 60-80-е гг. для техники тех времен. А для современной техники они требуют нового обоснования. Но предпосылок к такой работе почти нет: в Минсельхозе РФ управление техническим состоянием МТП предано забвению. В то же время распространение бортовых систем диагностики может частично решить эту проблему.

Работа [2], как первая глубокая разработка рекомендаций по управлению надежностью сельхозтехники (и не только) естественно могла оперировать только с прогнозируемыми, постепенными, параметрическими отказами, не приводящими к внезапным механическим аварийным отказам, но с постепенным ухудшением функционирования узлов, агрегатов, машин. Поэтому вынужденно было принято, что износ деталей, узлов, агрегатов приводит к их прогнозируемым, условным, параметрическим отказам, которые можно предотвращать при ТО и ремонте агрегатов.

Конечно, подспудно, со скрытыми разъяснениями у проф. Михлина В.М. имелось то, что

при превышении даже предельных значений диагностических параметров отказов деталей, узлов с прекращением работы агрегатов не происходит, естественно, не происходят они и при превышении допускаемых значений параметров.

Ухудшение функционирования деталей, узлов, агрегатов с их изнашиванием (снижение мощности, повышение расхода топливо-смазочных материалов, электроэнергии, снижение качества работ) квалифицируют «параметрическими отказами» без потери работоспособности агрегатов и самих машин. Именно поэтому изначально проф. Михлин В.М. и делал в своих обоснованиях малозаметную, мало кем учтенную, но принципиально важную, оговорку, что после превышения даже предельных значений диагностических параметров «объекты контроля дорабатывают до ТО или до планового ремонта». Таким образом, «прозрачного» решения оптимизации диагностических параметров в пионерной работе [7] нет, а реальные отказы - вне внимания. А последователи [5, 6, 7] только усугубляют такое положение.

Практикам ясно, что какая-либо оптимизация допускаемых значений по «постепенным» контролируемым в [7] показателям не повышает ни ресурса, ни надежности машин, особенно по главным, непрогнозируемым отказам. Отказ даже по параметрическим диагностическим параметрам возникает независимо от величин их допускаемых значений, лишь при предельных значениях. И это обусловлено только интенсивностью ухудшения состояния элементов машин, зависящей от их конструкции, условий и режимов эксплуатации, качества ТО. Поэтому оптимизация допускаемых значений для параметрических отказов не влияет ни на ресурс, ни надежность работы машин, т.к. с такими отказами объекты контроля дорабатывают до планового ТО или ремонта. А допускаемые значения диагностических параметров служат лишь для расчета (3) остаточного ресурса, подлежащего уточнению практикой. Поэтому работы [5, 6, 7] бесперспективны.

Необходимо акцентировать и такую важную задачу, как уточнение, в первую очередь, не допускаемых, а предельных значений диагностических и структурных параметров. До сих пор нет рекомендаций службам ТО по контролю развития и предупреждению возможных внезапных отказов по качественным признакам и некоторым контролируемым показателям. А знание соотношения между псевдоотказами и внезапными аварийными, тяжести тех и других позволит точнее оптимизировать подходы к организации технического сервиса МТП АПК.

Цель исследования заключается в уточнении значимости допускаемых предельных значений и номенклатуры диагностических параметров сельскохозяйственных тракторов.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – одношнековый экструдер, оснащенный двумя вакуумными камерами.

Результаты и их обсуждение

Для оптимального проведения технической эксплуатации важны точное определение номенклатуры параметров технического состояния деталей, узлов и агрегатов машин, их допускаемых и предельных значений, периодичности контроля, методика определения остаточного ресурса агрегатов и назначения им срока и объема ремонтных работ. В этом отношении в 70-80-х гг. преобладали наработки проф. Михлина В.М. [2]. Но, к сожалению, им присуща академическая абстрактность и отрыв от реальной практики технической эксплуатации МТП АПК.

Показателем сложности академического подхода к оптимизации управления надежностью машин в [2] является, например, абстрактные целевые функции совместной оптимизации допускаемого значения До диагностического параметра и межконтрольной наработки t_m по универсальному экономическому критерию – минимуму суммарных удельных затрат и потерь G на единицу наработки машины (1):

$$G = \min \left\{ \frac{Q(D_o, t_m) A}{T_o(D_o, t_m)} + \frac{[1 - Q(D_o, t_m)] C}{T_o(D_o, t_m)} + \frac{K_n(D_o, t_m) B}{T_o(D_o, t_m)} \right\} \quad (1)$$

а также остаточного ресурса $t_{ост}$ агрегатов перед ремонтом:

$$G(t_{ост}) = \min \left\{ \frac{AQ(t_{ост})}{T_{cp}} + \frac{C[1 - Q(t_{ост})]}{T_{cp}} \right\} \quad (2)$$

где Q – неизвестная вероятность отказа элемента (объекта исследования) в эксплуатации после проведения ремонтно-обслуживающих работ; A и C – ориентировочные затраты на устранение последствий отказа элемента в эксплуатации, на предупреждение отказа превентивным ремонтом; T_o , T_{cp} – неизвестные фактические ресурсы объекта исследований; K_n – среднее число проверок элементов до замены или отказа за срок его службы; B – примерные издержки на каждое диагностирование.

В формулах (1), (2) предусмотрены разовые затраты на превентивный, на вынужденный после отказа ремонт объекта контроля за полный срок его службы. Однако предупредительный ремонт противоречит стратегии технического сервиса для наиболее полного использования всего (и остаточного) эксплуатационного ресурса объекта, когда ремонт проводят по потребности по результатам диагностирования с определением остаточного ресурса.

Ремонт до неполного исчерпания остаточного ресурса вынужденно проводят в осенне-зимний период, а в период полевых работ предупредительных ремонтов нет, в них ремонт проводят только при аварийном отказе с остановкой техники.

Кроме того, по прогнозируемым, постепенным параметрическим отказам проф. Михлин В.М. все же считал, что даже после достижения предельных величин диагностических параметров объекты контроля «дорабатывают до исчерпания ресурса и тем самым увеличивают его на Δ ». Поэтому в формулах (1)-(2) не корректно использовать вероятность параметрических отказов и предварительные затраты на их предупреждение, если объекты контроля без остановки дорабатывают до окончания межконтрольного периода, до планового ремонта или ТО. Проф. Михлиным В.М. [2] сделано и несколько других расширенных оговорок и учет того, что по параметрическим отказам реальные механические аварийные отказы с остановкой машин на ремонт не происходят.

Формулы (1)-(2) оперируют только с прогнозируемыми износными постепенными параметрическими «отказами», а не с фактическими отказами с потерей работоспособности и остановкой машин на ремонт. Т.е. в этих формулах и в их подобных учитываются псевдоотказы, а реальные отказы с тяжелыми последствиями остались вне внимания. Таким образом, прием, реализованный в формулах (1)-(2), скорее имеет лишь исторический аспект.

По подобным расширенным выражениям в [2] оптимизируются и другие параметры, управляющие надежностью машин с учетом дискретных, непрерывных издержек и потерь при ТО и ремонте машин по сложным, весьма трудно реализуемым формулам, практически не нашедших реального применения. Для реализации формул (1)-(2) требуется длительный и трудоемкий сбор данных по отказам, затратам на их устранение, по реальному ресурсу агрегатов, что практически не выполнимо. Изложенные в [2] методы оптимизации реализованы и в компьютерной «Комплексной программе ТУРБО-НЭК оптимизации управляющих в технической эксплуатации нормативных значений её показателей», для которой также требуется ввод более десятка технико-экономических величин, определение которых крайне сложно или невозможно.

Остаточный ресурс $t_{ост}$ детали, сопряжения, узла, агрегата предложено в [2] вычислять из геометрических соотношений параметров кривой изнашивания ($t_{теор}/t_{контр} = u_p/u(t)$):

$$t_{ост} = t_{контр} \left[\left(\frac{u_p}{u(t)} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right] \quad (3)$$

где $t_{контр}$ – наработка в момент контроля с измеренным при этом значением $u(t)$ диагностического параметра; u_p – предельное значение диагностического параметра при достижении предельной

наработки теор; α – показатель степени динамики диагностического параметра: $\alpha < 1$ при затухающей динамике, $\alpha \approx 1$ при равномерном изнашивании в легких сопряжениях, $\alpha > 1$ при прогрессирующей динамике показателей.

Обратимся к реальным явлениям в эксплуатации машин и оборудования. Так отказ – это полное нарушение работоспособности детали, сборочной единицы, узла, агрегата с остановкой машины. При этом отказы по структурным, ресурсопределяющим параметрам восстанавливают ремонтом, а ухудшение функциональных параметров устраняют техническим обслуживанием.

Но при описанном в [2] диагностировании контролируют только проявление постепенных «износных», «параметрических» отказов. А реальные же, тяжелые отказы с полным нарушением работы узла, агрегата, машины из-за развития скрытых, неконтролируемых дефектов по неуправляемым параметрам возникают внезапно. Поэтому диагносты АПК на 2/3 летом и 1/3 зимой вели заявочное диагностирование, поиск и устранение причин тяжелых отказов, вызывавших остановку машин [2].

Еще важный аспект проблемы: в [2, стр. 143] завышено представление оптимальной величины допускаемого диагностического параметра по параметрическим отказам, как управляющего, что оно якобы обеспечивает максимальную эффективность эксплуатации и ремонта «по выбранному критерию». Но это не правомерно и не подтверждено всей практикой ТО и ремонта машин в АПК, в иных отраслях. Фактическое управление надежностью машин по ресурсным параметрам проводится лишь своевременным текущим или капитальным ремонтами при исчерпании остаточного ресурса объекта контроля или после внезапного отказа, а допускаемые значения параметра используют лишь для прогноза момента времени ремонта (тост). Конечно, роль допускаемого значения для регулируемых, не ресурсных параметров не умаляется, но оно не гегемон. А обоснование предельных показателей состояния более важно, чем их допускаемых величин.

Все изложенное накладывает большие сомнения на достоверность многих в [2] рекомендаций.

Следует также определиться: нужно ли считать отказами регламентированные разработчиками и изготовителями машин операции по смене масел и смазок, охлаждающих жидкостей, регулировки механизмов, смену воздушных, масляных и топливных фильтров. Согласятся ли разработчики и изготовители машин, что скрупулезно, с периодичностью 50, 100, 250, 500, 1000 и 2000 ч или мото-ч, регламентированные ими ремонтно-обслуживающие работы, как естественные элементы функционирования машин, нужно считать отказами. Согласятся ли они и с тем, что рекомендованный ими по исчерпанию расчетного эксплуатационного ресурса ремонт (текущий, средний, капитальный) нужно считать отказом? Ведь реальным отказом считают

только полное нарушение работоспособности объектов контроля с отправкой их в ремонт.

В [8, т. 18, с. 615] и [2] даны такие определения отказов: «Отказ – это событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта». Такое описание не дает четкого понимания отказа. Обычное понимание отказа – полное прекращение функционирования объекта.

«В большинстве случаев оно выражается в достижении параметром состояния, определяющего работоспособность, предельной величины, установленной нормативно-технической документацией». Представлено не состояние полной неработоспособности, а некое условное, неопределенное. Нарушение работоспособности может быть частичным и полным.

Далее в [2]: «Отказы элементов могут быть постепенными и внезапными. Постепенные отказы характеризуются плавным изменением одного или нескольких параметров состояния элемента до предельного значения Пп». Использование термина «постепенный отказ» условно и спорно

«Внезапные отказы вызываются скачкообразным (не технично) изменением параметров состояния до предельного значения». Внезапные отказы вызываются завершением развития неконтролируемых, не прогнозируемых имеющимися методами и средствами, скрытых дефектов деталей, сопряжений. Это развитие завершается разрушением и проявлением других явных дефектов, полностью нарушающих функционирование деталей, сопряжений, узлов, агрегатов и даже целиком машин. Поэтому говорить о «скачкообразном» изменении неизвестных, не измеряемых, неконтролируемых параметров – не корректно.

В [2] далее: «В процессе технического обслуживания машин обычно измеряют параметры состояния, обуславливающие постепенные отказы. Это относится к таким параметрам, как расход картерных газов, эффективная мощность и расход топлива, тепловой зазор механизма распределения, подача масляного насоса, износ подшипников, шестерен, звездочек, гусеничной и втулочно-роликовой цепей и т.д.». В постепенные отказы включены и постепенное ухудшение функционирования узлов, агрегатов, постепенное нарастание износов, разрегулировок, что технико-экономически должно учитываться по-разному.

По СТ ИСО 2382/14-78 отказ – это утрата функциональным блоком возможности выполнять требуемые функции. По СТ МЭК 271-74 отказ – это потеря изделием свойства выполнять требуемую функцию.

Имеются определения отказов зависимых, не зависимых, вследствие внутренних дефектов, от нарушения условий эксплуатации, от перегрузки и т.п. Так по ГОСТ 27.002 критерий отказа – признак или совокупность признаков неработоспособного состояния объекта, установленные в НТД или в конструкторской документации.

По ГОСТ 27.004-75 отказ технологической системы по затратам - это отказ, в результате которого значение хотя бы одного параметра материальных или стоимостных затрат не соответствует значениям, установленным в технической документации. Аналогичны в этом стандарте определения отказов по параметрам продукции, по производительности технологической системы.

В [2] мало внимания уделено неисправностям. В [8, т. 17, с. 412] связанное с отказом дано определение неисправности «как возникающего вследствие повреждения или отказа, который приводит устройство в неработоспособное состояние, когда хотя бы один из его основных или дополнительных параметров не соответствует требованиям НТД».

В [8, т. 17, с. 205]: Основное понятие в теории надежности – понятие отказа, т.е. утраты работоспособности, наступающей внезапно, либо постепенно.

Таким образом, можно подвести итог: в научном и практическом понимании отказ – это все же потеря работоспособности, функционирования. Для, например, сельскохозяйственных тракторов отказ – это прекращение их работы и остановка на ремонтно-обслуживающие работы для устранения причин механического, а не параметрического отказа узлов, агрегатов. А принятое в [2] понятие отказа уводит от решения проблем реальных отказов МТП АПК.

Таким образом, изложенное в [2] представление отказов породило некорректность в теории технической эксплуатации машин с уводом от главных проблем внезапных тяжелых отказов. А в современных стандартах определение отказов более четкое и дифференцировано по различным его проявлениям, что следует принять и для технической эксплуатации МТП.

Возможна такая систематизация отказов (таблица 1). И согласно этой дифференциации, контроль и технико-экономическая оценка различных отказов должны быть специфичными. А возможно-му прогнозу внезапных отказов наконец-то должно быть уделено должное внимание. В НТД на ТО и диагностирование машин до сих пор нет рекомендаций по выявлению признаков таких отказов для их своевременного предотвращения (например, пониженное давление масел, стуки, шумы, повышенная температура, запахи гари, «свертывание капельной пробы масел», пропуски газов, выброс масляного тумана и пены и др.). И разработка таких рекомендаций – неотложная.

Некоторые отказы могут вызывать экологический ущерб, ДТП и человеческие жертвы. По деталям, узлам, агрегатам машин и оборудованию, от которых зависит техническая и экологическая безопасность, допускаемые величины признаков, параметров их состояния должны задаваться из условия обеспечения максимальной надежности, минимальной вероятности отказа.

В [5] сделаны и такие оправдательные по параметрическим отказам оговорки:

- останавливают машину в межконтрольном периоде на ремонт только при явно выраженных отказах, т.е. при нарушении её работоспособности;
- при отсутствии явных признаков отказа часть «отказавших» составных частей восстанавливают после очередного диагностирования, что увеличивает реализованный ресурс на величину Δt от момента проявления скрытого (например, параметрического) отказа до восстановления составной части.

Но формулы (1)-(2) не учитывают непрерывные издержки по параметрическим и другим скрытым отказам (увеличение расхода ТСМ, снижение производительности и качества работы объекта и т.п.). Для их учета в [2] предложены еще более сложные формулы, содержащие более 10 трудно определяемых величин.

Отсюда следует, что формулы (1)-(2) и им подобные в [2] заменили реальные механические отказы с полной потерей работоспособности машин псевдоотказами, которым соответствует уменьшение производительности, качества работ, увеличение расхода топливо-смазочных материалов и затрат на ТО машин.

Так как в доремонтном периоде никаких предупредительных воздействий нет, то формула (1) с учетом в ней ремонтных работ не правомерна, а с учетом неизвестных значений величин A , C , Q и t_f , определение которых требует длительного сбора данных по технической эксплуатации машин и не актуальна. А в периоде от первого до второго ремонта следует учитывать стоимость ремонта. И представляется, что формула (2) скорее пригодна для оптимизации полного срока службы машин, а не для остаточного.

В [2] представлен и более сложный подход к оптимизации управляющих технической эксплуатации показателей с учетом непрерывных издержек на ТО после ремонтно-обслуживающих работ, когда в целевую функцию подобную (1) введены их показатели. Но реализация еще более сложного подхода затрудняется еще в большей мере и кроме

Таблица 1 – Возможное распределение отказов в МТП АПК

Механические, с потерей работоспособности: не прогнозируемые инструментально, но ожидаемые по органолептике			Параметрические, без потери работоспособности узлов, агрегатов, машин			
Детали, сопряжения, узлы, агрегаты	Системы воздушные, гидравлические, электрические, охлаждения, смазки, контроля	Масла, смазки, рабочие среды	По качеству	По затратам	По производительности	По другим показателям

учебных примеров у автора [2] он также никем не использован.

Казалось бы, целевая функция (1) могла бы использоваться для обоснования допускаемых при капитальном ремонте показателей деталей. Но следует учитывать, что при ремонте агрегатов должны обеспечиваться заданные в их конструкции зазоры/натяги сопряжений, а дефектация деталей и комплектация сопряжений производится не только по размерам, но и по физико-механическим показателям поверхностей и форм деталей. А технологии и нормативы технической эксплуатации МТП АПК за пятидесятилетие её практики в СССР и в других странах обстоятельно апробированы и утверждены многими НТД (ГОСТ, РТМ и т.п.) [9-11].

Однако в последних публикациях [5-7] распространяется феноменальное, опасное заблуждение, что уточнение допускаемых значений диагностических параметров может в 3,5-5 раз уменьшать вероятность отказов машин. А ведь и при превышении предельных значений диагностических параметров по износу узлов трения с «параметрическими отказами» потери работоспособности машин (отказа) не наступают. А действительные внезапные механические отказы из-за развития скрытых неконтролируемых дефектов деталей, полностью нарушающие работу машин - не прогнозируемы, не управляемые, по ним никакая оптимизация диагностических параметров не возможна. Наступление механических аварийных отказов обусловлено лишь развитием дефектов деталей, зависящей от конструкций машин, условий и режимов эксплуатации, от качества ТО. Последнее можно улучшить нетрадиционной триботехникой [12]. Такова всемирно-историческая практика технической эксплуатации машин и оборудования и противоречит ей можно лишь при кабинетном отрыве от неё, что в [1-3].

В работах [5-7] сделана и попытка обосновывать допускаемые значения износа деталей при капитальном ремонте с учетом фактических скоростей их изнашивания. Однако здесь проигнорированы строгие требования технологий ремонта, основанные на конструктивных требованиях к деталям и сопряжениям объектов машиностроения, апробированные десятилетиями и закрепленные в НТД и в государственных стандартах технической эксплуатации МТП АПК, полностью проигнорирована триботехника сопряжений, не учтено, что данные о скоростях изнашивания деталей получать невозможно, а использование их крайне проблематично.

Из изложенного следует, что для оптимизации проведения работ технического сервиса машин в АПК нужны простые оперативные рекомендации, апробированные многолетней практикой. Например, предельные значения диагностических параметров для «параметрических отказов» предлагается назначать исходя из приближения суммы издержек и потерь на техническую эксплуатацию машин и оборудования (с потерями от ухудшения их работоспособности) к стоимости новых объек-

тов. А допускаемые значения характеристик деталей, годных для капитального ремонта тракторов, их двигателей определены конструктивными требованиями к их узлам, агрегатам и утверждены в установленном порядке соответствующей НТД на техническую эксплуатацию МТП.

Следует принять во внимание, что бывшим аспирантом ГОСНИТИ проф. Ушановым В.А. [11] предложена система интегральной оценки изношенности машины и отдельных её агрегатов, на основе которой оптимизируется содержание ремонтных работ для различных условий предприятий АПК. Приведена методика расчета величин этих оценок для назначения полнокомплектного ремонта машины, или замены отдельных её агрегатов при текущем ремонте новыми или капитально отремонтированными. К этому разработана диаграмма предельных изношенностей машин для оптимизации состава ремонтных работ с разным их содержанием и стоимостью. Рекомендации для назначения таких работ зависят от возможностей сервисных производств.

Выводы

Из проведенного анализа могут быть такие принципиальные научно-практические выводы:

1. Так как превышение допускаемых и предельных значений диагностических параметров по «параметрическим отказам» к фактическим отказам (с остановкой машин) не приводит, то прямое использование функций (1)-(2) не правомерно.

2. Износ и нарушение работоспособности деталей, узлов, агрегатов, их отказы обусловлены интенсивностью их изнашивания и развитием скрытых дефектов, зависящих от конструктивного и производственного совершенства объектов контроля, от условий их эксплуатации и качества ремонтно-обслуживающих работ. Поэтому, вопреки новациям [5-7] оптимизация допускаемых величин диагностических параметров никак не изменяет время наступления ни внезапных, ни «параметрических» отказов при достижении ими предельных величин, не зависящих от допускаемых значений, не уменьшает ни вероятность, ни число фактических и «параметрических» отказов, не увеличивает надежность машин. Все равно, как и писал проф. Михлин В.М., объекты контроля дорабатывают до предельных состояний и истощения остаточного ресурса.

3. Преувеличение значений допускаемых величин диагностических параметров в [5-7] по параметрическим, фактически не ресурсным псевдоотказам, игнорируя реальные механические, усугубляется тем, что график из [2] условно линейной динамики диагностических параметров, измеряемых при последовательных ТО-3 до первого капремонта трактора, дан в [2, 3] как график динамики параметров на период эксплуатации до 7-го ремонта. Это противоречит реалиям изнашивания

деталей машин, их приремонтной комплектации и всей НТД на техническую эксплуатацию МТП в АПК [1, 3, 9-11, 13], апробированной десятилетиями во многих странах. Ужесточение допускаемых величин диагностических параметров вопреки расчетам в [1-3] обуславливает лишь более частый их контроль. Новации [5-7] резко усугубляют принципиальные ошибки в [2]. Они не только не продуктивны, но и усугубляют ошибки [2] и уводят от реальных проблем технической эксплуатации МТП и предотвращения внезапных отказов. А для ориентировочного определения допускаемых значений диагностических показателей достаточно использовать давно выработанные практикой критерии и показатели.

4. Из проведенного анализа следует, что ужесточение допускаемых в эксплуатации значений показателей деталей, сопряжений, узлов, агрегатов при неизменных предельных их значениях может лишь увеличивать расчетный остаточный ресурс объектов контроля, не влияя на фактический ресурс, определяемый лишь интенсивностью реального ухудшения технического состояния. Отсюда достоверное определение и уточнение, особенно для современных машин, предельных значений диагностических и структурных параметров на порядок важнее, чем «оптимизация» в [5-7] допускаемых величин показателей ТО и ремонта машин. А для оперативности определения оптимального срока и старой, а особенно современной, техники можно использовать условие достижения равенства прямых затрат на её техническую эксплуатацию к стоимости новой техники, что предложено нами в 1964 г., в поддержано к.т.н. Четом В.А. и утверждено в [2] самим проф. Михлиным В.М.

5. По внезапным, не прогнозируемым аварийным отказам следует учитывать

- по ним мало диагностических показателей,
- по ним трудно задавать предупредительные работы,
- вероятность проявления таких отказов не прогнозируема и для них математический аппарат теории управления надежностью В.М. Михлина [2] не применим,
- внезапные аварийные отказы МТП могут вызывать экологический ущерб, ДТП с нанесением

вреда имуществу, приводить к человеческим жертвам.

- актуален комплекс работ по анализу, систематизации внезапных отказов, номенклатуре их признаков и показателей. Весьма актуальна разработка рекомендаций по выявлению признаков возможных аварийных отказов и мер по их предотвращению в эксплуатации МТП АПК.

- выявление признаков механических отказов с разрушением деталей возможно органолептически (осмотр, контроль ремней, цепей, остукивание и ослушивание, контроль гари, капельной пробы масел, проверка узлов, агрегатов в тестовом режиме), а также инструментально, например, прибором ИКУ-1Д ультразвуковой эмиссии деталей под механическим напряжением, утечек из пневмо- и гидросистем.

6. Итого: практики знают, что никакая диагностическая «цифирь» на наступление «параметрических» и внезапных отказов не влияет, не уменьшает вероятность их наступления, а внезапные реальные механические отказы по неконтролируемым показателям состояния деталей узлов агрегатов могут приводить к экологическому ущербу, к ДТП с человеческими жертвами. Им следует уделять должное внимание. Вместе с этим наступление «параметрических отказов» существенно сдерживается качественным ТО машин с инновационными приемами нетрадиционной триботехники.

7. Изложенное показывает большие трудности и ограниченность кабинетного подхода к управлению надежностью машин и необходимость разработки практических рекомендаций по проведению ТО и ремонта с учетом новейших машин и все большего использования в них встроенных систем контроля и диагностики. Некоторые подвижки в разработке реальных приемов оптимизации работ ТО показаны в современной редакции ГОСТ 20793.

Таким образом, нормативы показателей технической эксплуатации МТП АПК требуют уточнения, но не по непрактичным кабинетным теориям, а на основе контроля технико-экономических показателей эксплуатации и сервиса МТП по традиционной бухгалтерской отчетности предприятий. Это проще, достовернее и не огульно, а индивидуальнее для каждой машины.

Литература

- [1] Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. М.: ГОСНИТИ. 1985. 144 с.
- [2] Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники. М.: Колос. 1984. 336 с.
- [3] Игнатьев Г.С. Приремонтное диагностирование и необезличивание составных частей агрегатов

References

- [1] Kompleksnaja sistema tehničeskogo obslužhivanija i remonta mashin v sel'skom hozjajstve [Comprehensive system of maintenance and repair of machines in agriculture]. M.: GOS-NITI. 1985. 144 p.
- [2] Mihlin V.M. Upravlenie nadezhnost'ju sel'skohozjajstvennoj tehniki [Agricultural machinery reliability management]. M.: Kolos. 1984. 336 p.
- [3] Ignat'ev G.S. Pipemontnoe diagnostirovanie i neobezlichivanie sostavnyh chastej agregatov s.-h.

- с.-х. техники: дис. ... док. техн. наук: 05.20.03. Челябинск, 1989.
- [4] ГОСТ 20759-90 Дизели тепловозов. Техническое диагностирование и прогнозирование остаточного ресурса методом спектрального анализа масла. М.: ИПК Изд-во стандартов. 1991. 24 с.
- [5] Денисов В.А., Соломашкин А.А. Обеспечение безотказной работы деталей машин с использованием новой системы переменных допусков. Инженерные технологии и системы. 2020. Т. 30. № 1. С. 76-91.
- [6] Дорохов А.С., Денисов А.В., Соломашкин А.А., Герасимов В.С. Стратегии технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин. Технический сервис машин. 2020. № 3 (140). С. 38-48.
- [7] Черноиванов В.И., Денисов В.А., Соломашкин А.А. Способ определения остаточного ресурса деталей машин // Технический сервис машин. 2020. № 1. С. 50-57.
- [8] Большая советская энциклопедия: в 30 т. / Глав. ред. А. М. Прохоров. - 3-е изд. - М: Сов. энциклопедия, 1969-1981.
- [9] РТМ 10.16.0001.008-89. Предельные и допускаемые параметры дизелей, их деталей и сопряжений.
- [10] ТУ 303-10.0064-92. Методы определения допускаемого отклонения параметра технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса составных частей агрегатов машин.
- [11] Ушанов В.А. Исследование и оптимизация параметров системы ТО и ремонта машин и их использование при прогнозировании технических услуг в АПК Восточной Сибири: дис. ... док. техн. наук: 05.20.03. Красноярск, 1999.
- [12] Дунаев, А.В. Нетрадиционная триботехника. Некоторые итоги развития в России. Lambert Academic Publishing. 2018. 217 с.
- [13] Рекомендации по постановке машин на ремонт по результатам диагностирования. М.: ГОСНИТИ. 1979. 37 с.
- texniki: dis. ... dok. tehn. nauk [Pre-service diagnostics and non-anonymization of components of agricultural aggregates. technicians]. Cheljabinsk, 1989.
- [4] GOST 20759-90 Dizeli teplovozov. Tehniceskoe diagnostirovanie i prognozirovanie ostatochnogo rsursa metodom spektral'nogo analiza masla [State Standard 20759-90 Diesel locomotives. Technical diagnostics and prediction of residual life by means of spectral analysis of oil]. M.: IPK Izd-vo standartov. 1991. 24 p.
- [5] Denisov V.A., Solomashkin A.A. Obespechenie bezotkaznoj raboty detalej mashin s ispol'zovaniem novoj sistemy peremennyh dopuskov. Inzhenernye tehnologii i sistemy [Ensuring trouble-free operation of machine parts using a new system of variable tolerances. Engineering technologies and systems]. 2020. T. 30. no 1. pp. 76-91.
- [6] Dorohov A.S., Denisov A.V., Solomashkin A.A., Gerasimov V.S. Strategii tehniceskogo obsluzhivaniya i remonta sel'skhozajstvennyh mashin [Maintenance and repair strategies for agricultural machinery]. Tehniceskij servis mashin. 2020. no 3 (140). pp. 38-48.
- [7] Chernoi Ivanov V.I., Denisov V.A., Solomashkin A.A. Sposob opredeleniya ostatochnogo resursa detalej mashin [Method for determining the residual life of machine parts]. Tehniceskij servis mashin. 2020. no 1. pp. 50-57.
- [8] Bol'shaja sovetskaja jenciklopedija: v 30 t. / Glav. red. A. M. Prohorov. - 3-e izd. - M: Sov. jenciklopedija, 1969-1981.
- [9] RTM 10.16.0001.008-89. Predel'nye i dopuskaemye parametry dizelej, ih detalej i soprjazhenij [Limit and permissible parameters of diesel engines, their parts and interfaces].
- [10] TU 303-10.0064-92. Metody opredelenija dopuskaemogo otklonenija parametra tehniceskogo sostojanija i prognozirovanija ostatochnogo resursa sostavnyh chastej agregatov mashin [Methods for determining the permissible deviation of the technical condition parameter and predicting the residual life of the components of machine aggregates].
- [11] Ushanov V.A. Issledovanie i optimizacija parametrov sistemy TO i remonta mashin i ih ispol'zovanie pri prognozirovanii tehniceskix uslug v APK Vostochnoj Sibiri: dis. ... dok. tehn. nauk [Research and optimization of the parameters of the maintenance and repair system of machines and their use in predicting technical services in the agro-industrial complex of Eastern Siberia]. Krasnojarsk, 1999.
- [12] Dunaev, A.V. Netradicionnaja tribotekhnika. Nekotorye itogi razvitija v Rossii [Unconventional tribotechnics. Some results of development in Russia]. Lambert Academic Publishing. 2018. 217 p.
- [13] Rekomendacii po postanovke mashin na remont po rezul'tatam diagnostirovanija [Recommendations for setting up machines for repairs based on the results of diagnostics]. M.: GOSNITI. 1979. 37 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

Дунаев Анатолий Васильевич доктор технических наук ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» 109428, Россия, г. Москва, 1-й Институтский проезд, 5 Тел.: +7(916) 836-52-95 E-mail: dunaev135@mail.ru	Dunaev Anatoly Vasilievich D.Sc. in Technical Sciences leading researche Federal State Budgetary Scientific Institution ""Federal Scientific Agroengineering Center VIM"" Phone: +7(916) 836-52-95 E-mail: dunaev135@mail.ru
Ломовских Александр Егорович кандидат технических наук доцент кафедры ФГКВООУ ВО «ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54 а Тел.: +7(995) 094-12-60 E-mail: lomovskih1979@yandex.ru	Lomovskih Alexander Egorovich 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" Phone: +7(995) 094-12-60 E-mail: lomovskih1979@yandex.ru
Родионов Юрий Викторович доктор технических наук профессор кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(920) 478-04-91 E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru	Rodionov Yuri Viktorovich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University Phone: +7(920) 478-04-91 E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru
Скоморохова Анастасия Игоревна магистрант кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(475) 263-04-59 E-mail: nasta373@mail.ru	Skomorokhova Anastasia Igorevna undergraduate of the department «Computer-integrated systems in mechanical engineering» Tambov State Technical University Phone: +7(475) 263-04-59 E-mail: nasta373@mail.ru

Технологическая линия изготовления функциональных продуктов питания на основе растительного сырья

Родионов Ю.В., Майстренко Н.В., Скоморохова А.И., Алексенцев Д.С.

Аннотация. Повышения качества питания населения является важной задачей пищевой промышленности и сельского хозяйства. Производство продуктов здорового питания основано на правильном подборе качественного, экологически безопасного сырья, переработка которого должна сопровождаться наиболее оптимальными режимными параметрами, исключающими потерю биологически активных веществ. Приведена блок-схема изготовления пищевых продуктов с применением пищевого 3D-принтера. Основу разрабатываемой технологической линии составляет комплексная безотходная переработка растительного материала. Предусматривается реализация отходов производства, непригодных к употреблению в пищу (кожуры, ботвы, семечек и др.). Наиболее важными этапами переработки являются: сушка, измельчение и экстрагирование. Протекание этих процессов во многом определяет количество витаминов, микро- и макрокомпонентов готового продукта. Поэтому разработке оптимальных режимных параметров и проектированию оборудования для их проведения уделяется особое внимание. Высушивание сырья выполняется на двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушильной установке. Измельчение до заданной фракции осуществляется с помощью двухступенчатой дисково-шаровой вакуумной мельницы. Экстрагирование проводится на комбинированной вакуумной экстракционной установке. Наиболее перспективным при производстве продукции с определенным набором функциональных свойств является использование аддитивных технологий. Для повышения эффективности печати предлагается внедрение теплоаккумулирующих элементов в устройство печатающей головки и рабочий стол. Экструдер разрабатываемого принтера имеет сопло с регулируемым диаметром проходного сечения в зависимости от выдавливаемого материала и требуемой скорости печати. Также предлагается внедрение вакуумных технологий для доведения продукта до готовности (выпекания, жарки и т.д.) с целью поддержания щадящих температурных режимов для сохранения биологически активных веществ.

Ключевые слова: аддитивное производство, переработка, биологически активные вещества, растительные материалы, функциональные продукты питания.

Для цитирования: Родионов Ю.В., Майстренко Н.В., Скоморохова А.И., Алексенцев Д.С. Технологическая линия изготовления функциональных продуктов питания на основе растительного сырья // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 48–53.

Technological line for manufacturing functional food products based on vegetable raw materials

Rodionov Yu.V., Maistrenko N.V., Skomorokhova A.I., Aleksentsev D.S.

Abstract. Improving the quality of nutrition of the population is an important task for the food industry and agriculture. The production of healthy food products is based on the correct selection of high-quality, environmentally friendly raw materials, the processing of which should be accompanied by the most optimal operating parameters that exclude the loss of biologically active substances. A block diagram of food production using a food 3D printer is presented. The basis of the developed technological line is the complex waste-free processing of plant material. It is envisaged to sell production wastes that are unsuitable for human consumption (peels, tops, seeds, etc.). The most important processing steps are drying, grinding and extraction. The course of these processes largely determines the amount of vitamins, micro and macro components of the finished product. Therefore, special attention is paid to the development of optimal operating parameters and the design of equipment for their implementation. Drying of raw materials is carried out on a two-stage convective vacuum-impulse drying unit. Grinding to a given fraction is carried out using a two-stage disk-ball vacuum mill. Extraction is carried out

in a combined vacuum extraction unit. The most promising in the manufacture of products with a certain set of functional properties is the use of additive technologies. To increase the printing efficiency, it is proposed to introduce heat-accumulating elements into the print head device and the work table. The extruder of the developed printer has a nozzle with an adjustable diameter of the flow area depending on the extruded material and the required printing speed. It is also proposed to introduce vacuum technologies to bring the product to readiness (baking, frying, etc.) in order to maintain gentle temperature regimes to preserve biologically active substances.

Keywords: additive manufacturing, processing, biologically active substances, plant materials, functional foods.

For citation: Rodionov Yu.V., Maistrenko N.V., Skomorokhova A.I., Aleksentsev D.S. Technological line for manufacturing functional food products based on vegetable raw materials. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 48–53. (In Russ.).

Введение

Задача обеспечения населения здоровым питанием является одной из наиболее приоритетных. Сбалансированный ежедневный рацион способствует укреплению и поддержанию иммунной системы организма, оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека и его внешний вид. При этом актуальной темой исследований является поиск новых подходов к изготовлению продуктов, обладающих функциональными свойствами удовлетворяющих индивидуальным требованиям к питанию различных групп населения.

Создавать продукцию функционального назначения можно за счет использования специально отобранного растительного сырья, которое является источником многих витаминов, микро- и макрокомпонентов, необходимых организму человека. Кроме того, сырье растительного происхождения является возобновляемым ресурсом, что обуславливает перспективность его использования в качестве ингредиентов при производстве блюд с лечебно-профилактическими свойствами [1].

Одним из наиболее перспективных подходов к созданию функциональных изделий является внедрение аддитивных технологий [2]. Их главное достоинство заключается в возможности производства продуктов, удовлетворяющих индивидуальные потребности в сфере питания. Пищевая 3D-печать уже получила признание среди потребителей различных стран [3]. Её применение способствует расширению блюд ежедневного рациона со строго определенным набором лечебно-профилактических свойств на основе растительного сырья.

Аддитивное производство имеет ряд значительных преимуществ по сравнению с традиционными методами производства, например [4]:

- возможность выполнять большое количество индивидуальных заказов;
- не требует постоянного присутствия человека ввиду высокой степени автоматизации;

- возможность производства идентичных пищевых продуктов;
- нет строгих ограничений по конфигурации изготавливаемых продуктов питания;
- точно определенное количество необходимых ингредиентов, что сокращает остатки сырья при производстве;
- для изготовления продукции нет необходимости использовать труд высококвалифицированного персонала.

Создание продуктов питания с применением аддитивных технологий позволит задавать точно определенный набор функциональных свойств, придавать блюду требуемые вкусовые качества, экспериментировать с внешним видом практически без ограничений. Точно заданный набор полезных свойств упрощает поддержание диетического питания при различных заболеваниях и их профилактике [5-7].

Целью работы являлась разработка технологической схемы производства продуктов питания функционального назначения с применением пищевого 3D-принтера.

Объекты и методы исследований

В процессе разработки технологической линии изготовления продуктов питания с определенным набором функциональных показателей были проведены экспериментальные исследования различных этапов переработки сырья: сушки, измельчения и экстрагирования. По их результатам определены оптимальные режимные параметры, позволяющие добиться максимального сохранения биологически активных веществ в растительном материале. Детальное описание опытов представлено в работах [8-12].

Полученные порошки и экстракты предлагается использовать в качестве сырья для 3D-печати.

В настоящее время при аддитивном производстве продуктов питания в основном используют шоколад, тесто, различные фруктовые и овощные пасты, пищевую мастику, однако их номенклатура



Рис. 1. Блок-схема производства продуктов функционального назначения с применением пищевого 3D-принтера

может значительно расширяться ввиду возможности использования нетрадиционных видов сырья (насекомых, мучных червей, водорослей), которое при традиционном производстве трудно, а зачастую невозможно, подать в эстетически приемлемом виде. Главное требование при подготовке материала к печати – обеспечение подходящей консистенции. Ввиду этого при разработке технологической линии особое внимание уделяется не только подбору ингредиентов, но и выбору связующего.

Результаты и их обсуждение

Предлагаемая технологическая схема включает комплексную безотходную переработку растительного материала, подготовку сырья к печати и последующую печать с возможным этапом дополнительной обработки. При этом решается задача сокращения количества производственных отходов за счет:

- значительного увеличения сроков хранения растительного сырья посредством высушивания и экстрагирования;
- реализации непригодных к употреблению в пищу частей исходного материала (корней, ботвы, кожуры и т.д.), обладающих богатым витаминно-минеральным составом;
- введения дополнительных стадий переработки, позволяющих использовать отходы основной переработки для создания продукции.

На первом этапе переработки осуществляется тщательная промывка сырья и очистка от непригодных к употреблению в пищу частей, после чего производится нарезка определенным способом (пластинами, соломкой, кубиками и др.). Экспериментально были выявлены зависимости протекания процесса сушки от

формы и размеров высушиваемого материала. Для максимального сохранения биологически активных веществ продукта определяются оптимальные режимные параметры сушки на разработанной двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушилке [13]. Получение порошка заданной фракции выполняется на двухступенчатой дисково-шаровой вакуумной мельнице, исключающей сильный нагрев частиц в процессе измельчения [12]. Производство экстрактов из растительного материала проводится с помощью комбинированной вакуумной экстракционной установки, также предназначенной для дальнейшего упаривания (повышения концентрации) раствора [14].

Подготовка сырья к печати предполагает анализ химического состава полученного после переработки материала с последующей разработкой оптимальной рецептуры. На данном этапе определяются требуемые функциональные свойства продукта и его качественные показатели, ориентированные на конкретного потребителя (детей, спортсменов, людей с непереносимостью какого-либо компонента и т.д.). При этом необходимо учитывать, что консистенция должна быть пригодной к печати, однородной и иметь свойство затвердевать при определенных условиях (комнатной температуре или вследствие термообработки).

Создание 3D модели сопровождается выполнением требований, обеспечивающих возможность печати конструкции и ее привлекательный внешний вид. После разработки модели будущего блюда, ее необходимо подготовить к печати. На данном этапе определяются такие параметры как ориентация изделия на рабочем столе, оптимальная толщина подаваемого материала, температура печати и др. Так же здесь

назначаются режимы последующей термической обработки, если в качестве ингредиентов используется, например, тесто.

Для повышения эффективности процесса печати разрабатывается конструкция пищевого 3D-принтера. Особое внимание уделяется модернизации экструдера и рабочего стола, так как от них зависит скорость и качество построения модели.

В зависимости от используемого материала и требуемой скорости его выдавливания, поэтому сопло экструдера выполняется с возможностью регулирования диаметра проходного сечения. Также в процессе печати важно обеспечивать постоянную температуру, что возможно за счет внедрения в конструкцию принтера теплоаккумулирующих элементов. Нагрев до определенной температуры осуществляется с помощью нагревателей, основу которых составляют эластомеры, позволяющие равномерно подводить тепло к поверхностям сложной формы.

При нагреве необходимо соблюдать щадящие температурные режимы, не превышающие температуру денатурации важных биологически активных веществ, обеспечить это можно за счет внедрения вакуумных технологий.

Выводы

Предлагаемая технологическая схема производства предназначена для изготовления продуктов питания с определенным набором функциональных свойств лечебно-профилактического назначения. Разработанное оборудование для сушки, измельчения и экстрагирования растительного материала обеспечивает проведение процессов переработки при щадящих режимных параметрах с максимальным сохранением биологически активных веществ.

Аддитивное производство является перспективным направлением для расширения ассортимента функциональных продуктов питания. Разработка новых конструкций пищевого 3D-принтера способствует повышению эффективности производства и улучшению качества продукции. Предлагается выполнять экструдер с возможностью регулирования диаметра проходного сечения сопла в зависимости от используемого материала и требуемой скорости печати. Использование тепловых аккумуляторов в устройство печатающей головки и рабочий стол позволит поддерживать стабильные температурные режимы, а внедрение вакуумных технологий способствует проведению постобработки (выпекания, жарки и т.д.) при низкой температуре.

Литература

- [1] Sinha N. K., Hui Y. H. Evaranus E. O., Siddiq, M., Ahmed, J. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing (In English). Wiley-Blackwell, 2010. 776 с.
- [2] Cakmak H., Gumus C.E. 3D food printing with Improved functional properties: A review // International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry. 2020. № 4 (2). С. 178-192.
- [3] Lupton D. 'Download to delicious': Promissory themes and sociotechnical imaginaries in coverage of 3D printed food in online news sources // Futures. Elsevier. 2017. № 93. С. 44-53. DOI:10.1016/j.futures.2017.08.001.
- [4] Дресвянников В.А., Страхов Е.П., Возмищева А.С. Анализ применения аддитивных технологий в пищевой промышленности // Продовольственная политика и безопасность, 2017. №3. Т.4. С. 133-139. DOI:10.18334/ppib.4.3.38500.
- [5] Derossi A., Caporizzi R., Azzollini D., Severini C., Application of 3D printing for customized food. A case on the development of a fruit-based snack for children // Journal of Food Engineering, 2018. № 220. P. 65-75. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2017.05.015.
- [6] Paediatric-friendly chocolate-based dosage forms for the oral administration of both hydrophilic and lipophilic drugs fabricated with extrusion-based 3D printing / C. Karavasili, A. Gkaragkounis, T. Moschakis [et al.] // European Journal of Pharmaceutical Sciences. 2020. № 147: 105291. DOI:10.1016/j.ejps.2020.105291.

References

- [1] Sinha N. K., Hui Y. H. Evaranus E. O., Siddiq, M., Ahmed, J. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing (In English). Wiley-Blackwell, 2010. 776 p.
- [2] Cakmak H., Gumus C.E. 3D food printing with Improved functional properties: A review // International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry. 2020. No. 4 (2). P. 178-192.
- [3] Lupton D. 'Download to delicious': Promissory themes and sociotechnical imaginaries in coverage of 3D printed food in online news sources // Futures. Elsevier. 2017. No. 93. P. 44-53. DOI:10.1016/j.futures.2017.08.001.
- [4] Dresvjannikov V.A., Strahov E.P., Vozmishheva A.S. Analiz primenenija additivnyh tehnologij v pishhevoj promyshlennosti [Analysis of the application of additive technologies in the food industry] // Prodovol'stvennaja politika i bezopasnost', 2017. No. 3. T. 4. pp. 133-139. DOI:10.18334/ppib.4.3.38500.
- [5] Derossi A., Caporizzi R., Azzollini D., Severini C., Application of 3D printing for customized food. A case on the development of a fruit-based snack for children // Journal of Food Engineering, 2018. No. 220. pp. 65-75. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2017.05.015.
- [6] Paediatric-friendly chocolate-based dosage forms for the oral administration of both hydrophilic and lipophilic drugs fabricated with extrusion-based 3D printing / C. Karavasili, A. Gkaragkounis, T. Moschakis [et al.] // European Journal of Pharmaceutical

- [7] Tan C., Toh W. Y., Wong G., Li L. Extrusion-based 3D food printing - Materials and machines // International Journal of Bioprinting, 2018. № 4 (2). DOI:10.18063/ijb.v4i2.143.
- [8] Исследование и выбор режимных параметров экстрагирования топинамбура сорта «Интерес» / Ю. В. Родионов, А. И. Скоморохова, Д. А. Матвеев [и др.] // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 1. С. 32-37.
- [9] Производство комбинированного водного экстракта смеси зеленого лука, редиса, укропа / М. Ю. Кравченко, И. В. Иванова, Ю. В. Родионов, А. И. Скоморохова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2021. № 1(66). С. 17-22. DOI 10.33979/2219-8466-2020-66-1-17-22.
- [10] Инновационные конструкции и технологии сушки плодовоовощной продукции / Э. С. Иванова, Ю. В. Родионов, О. А. Зорина [и др.] // Наука в центральной России. 2021. № 1(49). С. 43-53. DOI 10.35887/2305-2538-2021-1-43-53.
- [11] Совершенствование технологии получения порошков из растительного сырья / С. И. Данилин, Ю. Ю. Родионов, Ю. В. Родионов [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2020. № 4. С. 150-159.
- [12] Двухступенчатая шаровая мельница с вакуумным отводом частиц для измельчения сухого растительного материала / Ю. Ю. Родионов, Ю. А. Чумиков, Ю. В. Родионов, А. И. Скоморохова // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С. 88.
- [13] Патент № 2548230 С2 Российская Федерация, МПК F26B 17/10, F26B 5/04. Энергосберегающая двухступенчатая сушильная установка для растительных материалов: № 2013111266/06 : заявл. 12.03.2013 : опубл. 20.04.2015 / Ю. В. Родионов, Д. В. Никитин, А. С. Зорин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» ФГБОУ ВПО ТГТУ, Общество с ограниченной ответственностью «Новые агрегаты вакуумной сушки» ООО Навакс».
- [14] Патент № 2738938 С1 Российская Федерация, МПК B01D 11/02, B01D 1/22. Универсальная вакуумная экстрактно-выпарная установка: № 2019143887 : заявл. 23.12.2019: опубл. 18.12.2020 / С. А. Анохин, Д. В. Никитин, Ю. В. Родионов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»).
- Sciences. 2020. No. 147: 105291. DOI:10.1016/j.ejps.2020.105291.
- [7] Tan C., Toh W. Y., Wong G., Li L. Extrusion-based 3D food printing - Materials and machines // International Journal of Bioprinting, 2018. № 4 (2). DOI:10.18063/ijb.v4i2.143.
- [8] Issledovanie i vybor rezhimnyh parametrov jekstragirovanija topinambura sorta «Interes» [Research and selection of operating parameters for the extraction of Jerusalem artichoke variety «Interest»] / Ju. V. Rodionov, A. I. Skomorohova, D. A. Matveev [i dr.] // Innovacionnaja tehnika i tehnologija. 2021. T. 8. No. 1. P. 32-37.
- [9] Proizvodstvo kombinirovannogo vodnogo jekstrakta smesi zelenogo luka, redisa, ukropa [Production of a combined aqueous extract of a mixture of green onions, radishes, dill] / M. Ju. Kravchenko, I. V. Ivanova, Ju. V. Rodionov, A. I. Skomorohova // Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyh produktov. 2021. No. 1(66). pp. 17-22. DOI 10.33979/2219-8466-2020-66-1-17-22.
- [10] Innovacionnye konstrukcii i tehnologii sushki plodoovoshhnoj produkcii [Innovative designs and technologies for drying fruits and vegetables] / Je. S. Ivanova, Ju. V. Rodionov, O. A. Zorina [i dr.] // Nauka v central'noj Rossii. 2021. No. 1(49). pp. 43-53. DOI 10.35887/2305-2538-2021-1-43-53.
- [11] Sovershenstvovanie tehnologii poluchenija poroshkov iz rastitel'nogo syr'ja [Improving the technology of obtaining powders from plant raw materials] / S. I. Danilin, Ju. Ju. Rodionov, Ju. V. Rodionov [i dr.] // Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2020. No. 4. pp. 150-159.
- [12] Dvuhstupenchataja sharovaja mel'nica s vakuumnym otvodom chastic dlja izmel'chenija suhogo rastitel'nogo materiala [Two-stage ball mill with vacuum particle removal for grinding dry plant material] / Ju. Ju. Rodionov, Ju. A. Chumikov, Ju. V. Rodionov, A. I. Skomorohova // Nauka i Obrazovanie. 2020. T. 3. No. 4. P. 88.
- [13] Jenergosberegajushhaja dvuhstupenchataja sushil'naja ustanovka dlja rastitel'nyh materialov [Energy-saving two-stage drying plant for plant materials] / Ju. V. Rodionov, D. V. Nikitin, A. S. Zorin [i dr.]. Patent RF, no. 2548230 C2, 2013.
- [14] Universal'naja vakuumnaja jekstraktno-vyparnaja ustanovka [Universal vacuum extraction and evaporation plant] / S. A. Anohin, D. V. Nikitin, Ju. V. Rodionov [i dr.]. Patent RF, no. 2738938 C1.

Сведения об авторах

Information about the authors

Родионов Юрий Викторович доктор технических наук профессор кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(920) 478-04-91 E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru	Rodionov Yuri Viktorovich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University Phone: +7(920) 478-04-91 E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru
Майстренко Наталья Владимировна кандидат технических наук директор Института заочного обучения ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: E-mail: ig_nataly@rambler.ru	Maystrenko Natalia Vladimirovna PhD in Technical Sciences director of the Institute of Distance Learning Tambov State Technical University Phone: E-mail: ig_nataly@rambler.ru
Скоморохова Анастасия Игоревна магистрант кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(475) 263-04-59 E-mail: nasta373@mail.ru	Skomorokhova Anastasia Igorevna undergraduate of the department «Computer-integrated systems in mechanical engineering» Tambov State Technical University Phone: +7(475) 263-04-59 E-mail: nasta373@mail.ru
Алексенцев Денис Сергеевич студент кафедры «Техника и технология производства нанопродуктов» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(475) 263-04-59 E-mail: aleksentsevds@yandex.ru	Aleksentsev Denis Sergeevich student of the department «Technique and technology for the production of nanoproducts» Tambov State Technical University Phone: +7(475) 263-04-59 E-mail: aleksentsevds@yandex.ru

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 664.2

Производство крахмала в России

Зимняков В.М., Курочкин А.А.

Аннотация. Отмечена пищевая ценность крахмала. Приведена структура продукции переработки картофеля. Производство модифицированных крахмалов – одно из перспективных и мало развитых направлений в нашей стране. В структуре рынка крахмала в 2019 году в России модифицированный крахмал составляет 31,3%. Рассмотрено современное состояние производства крахмала в России. За 5 лет российский рынок крахмала вырос с 347 тысяч тонн до 471 тысяч тонн. Дан анализ структуры рынка крахмала в России в 2019 году. Наибольшая доля в структуре рынка приходится на кукурузный крахмал – 32,3%. Разработан способ внедрения новых энергосберегающих ультразвуковых технологий в существующие технологические линии производства крахмала. Внедрение в производство высокоурожайных гибридов восковидной кукурузы обеспечит дешевым отечественным сырьем производство высококачественного крахмала в России, что в свою очередь позволит отказаться от завоза дорогостоящего импортного сырья. Разработаны рекомендации по использованию модифицированных крахмалов в мясной промышленности. Установлена целесообразность использования в технологии безбелкового хлеба тапиокового крахмала в количестве до 10% вместо массы картофельного или кукурузного, что способствует улучшению органолептических показателей качества изделий и продлению сроков их хранения. В развитии производства крахмала в России крайне важна поддержка со стороны государства: вложение инвестиций и других льгот для предприятий отрасли.

Ключевые слова: крахмал, сырье, переработка, производство, рынок, состояние, развитие, перспективы.

Для цитирования: Зимняков В.М., Курочкин А.А. Производство крахмала в России // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 54–59.

Starch production in Russia

Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A.

Abstract. The nutritional value of starch is noted. The structure of potato processing products is given. The production of modified starches is one of the promising and underdeveloped areas in our country. In the structure of the starch market in 2019 in Russia, modified starch is 31.3%. The current state of starch production in Russia is considered. For 5 years, the Russian starch market has grown from 347 thousand tons to 471 thousand tons. An analysis of the structure of the starch market in Russia in 2019 is given. The largest share in the market structure is accounted for by corn starch - 32.3%. A method has been developed for introducing new energy-saving ultrasonic technologies into existing starch production lines. The introduction of high-yielding hybrids of waxy maize into production will provide cheap domestic raw materials for the production of high-quality starch in Russia, which in turn will make it possible to abandon the import of expensive imported raw materials. Recommendations for the use of modified starches in the meat industry have been developed. The expediency of using in the technology of protein-free bread of tapioca starch in an amount of up to 10% instead of the mass of potato or corn has been established, which contributes to the improvement of the organoleptic indicators of the quality of products and the extension of their shelf life. In the development of

starch production in Russia, support from the state is extremely important: investment and other benefits for industry enterprises.

Keywords: starch, raw materials, processing, production, market, condition, development, prospects.

For citation: Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. Starch production in Russia. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 54–59. (In Russ.).

Введение

Крахмал является наиболее распространённым углеводом в рационе питания человека, а углеводы служат основным источником энергии. При окислении 1 г углеводов образуется 3,75 ккал (15,7 кДж). Энергетическая ценность картофельного крахмала – 299 ккал/1251 кДж, что составляет 16 % от рекомендуемой суточной потребности взрослого человека. Крахмал также содержит пищевые волокна (1,4 г/100 г). К ним относится клетчатка, которая положительно действует на процесс пищеварения, усиливая перистальтику кишечника. Говоря о пользе крахмала, нельзя не отметить тот факт, что этот продукт питания снижает содержание холестерина в сыворотке крови и печени. Бесспорным является то, что он служит основным источником углеводов в питании человека.

Целью работы является изучение современного состояния производства крахмала в России.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является производство крахмала. Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований: диалектического, статистического, типологического, индуктивного и дедуктивного анализов, экономико-математического моделирования, социологического опроса, экспертных оценок, монографического обследования. В процессе обработки исходной информации и других привлеченных аналитических материалов применялись анализ и синтез, логический, корреляционный и статистический анализ и др. Методикой исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные общностью системного подхода к проблемам производства крахмала.

Результаты и их обсуждение

Крахмал относится к товарам с неэластичным по цене спросом, то есть объем его продаж мало зависит от уровня цен. В ряде производств крахмал трудно заменить (например, картофельный крахмал в гальванических элементах), а если и

есть заменители, то все они значительно дороже (агар, агароид, химические препараты). Сырьем для производства картофельного крахмала служит картофель. Содержание крахмала в клубнях картофеля колеблется от 8 до 29 %. Основная проблема заключается в низком качестве самого картофеля, которое зависит, в свою очередь, от ряда факторов (низкоплодородные угодия, суровый климат, низкоурожайные сорта культуры). Вследствие этого крахмалистость картофеля в России составляет примерно

10 %. Известно, что для того, чтобы было рентабельно заниматься данной отраслью, крахмалистость должна быть не менее 19 %. В странах запада этот показатель колеблется от 20–25 %. Для достижения этих показателей российским производителям необходимо повысить плодородность почв и культивировать сорта картофеля с высоким содержанием крахмала, что требует значительных первоначальных вложений [2].

Основными товарами-заменителями картофельного крахмала являются кукуруза, картофель, пшеница, маниок (тапиок), горох, гречиха, сорго, рис, ячмень.

Структура продукции переработки картофеля представлена на рисунке 1.

Основную долю продукции переработки картофеля составляет картофель приготовленный или консервированный – 62%, картофель резанный или замороженный составляет 25%. На крахмал, хлопья и гранулы приходится 7%. И картофель ломтики, чипсы, обжаренный или подсушенный – 6%.

Определенная часть переработанного картофеля поступает в Россию по импорту. Основным продуктом импортных поступлений является сушеный картофель. Объемы импорта переработанного картофеля в 2019 году составили 119 млн. тонн, что на 23% меньше, чем в 2018 году (Рис 2).

Российский рынок крахмала в последние годы показывает положительную динамику. Это происходит благодаря ежегодному росту объемов выпуска российских крахмальных заводов. Производство крахмалов и крахмалопродуктов в России – одно из самых высококонцентрированных. В развитии производства крахмала в России крайне

важна поддержка со стороны государства: вложение инвестиций и других льгот для предприятий отрасли. На десять предприятий приходится почти 99% производимой продукции. Основные заводы-изготовители крахмала: ООО «Каргилл», ООО «Амилко», ООО «КЗ Гулькевичский», ООО «Астон крахмало-продукты», ОАО «Крахмалопродукт», ООО «Крахмальный завод Кабардинский», АО «Чаплыгинский крахмальный завод», ООО «Альбион», ООО «СП Дон», ООО «КПЗ Новлянский».

Динамика рынка крахмала в России постоянно растет. За 5 лет российский рынок крахмала вырос с 347 тысяч тонн до 471 тысяч тонн. Общий прирост за эти годы – более 35% (Рис.3).

Производство модифицированных крахмалов – одно из перспективных и малоразвитых направлений в нашей стране. В структуре рынка крахмала в 2019 году в России модифицированный крахмал составляет 31,3%. Свое применение данная продукция находит во многих промышленных отраслях и не только дает хороший экономический эффект, но и позволяет получать принципиально новые пищевые и не пищевые продукты с высокой добавленной стоимостью (Рис 4).

При производстве крахмала постоянно совершенствуется технология его изготовления. Авторами [2] разработан способ внедрения новых энергосберегающих ультразвуковых технологий в существующие технологические линии производства крахмала, работающие на качественном картофеле при крахмалистости 10% и извлекая при этом максимальный выход готовой продукции. Данная линия позволяет увеличить выход крахмала до 98 % без вторичного перетирания каши, не потеряв ни в качестве, ни в количестве готового продукта. Энергозатраты при этом снижаются примерно в 100 раз. Новый, более эффективный процесс экстракции крахмала позволит производителям существенно снизить отпускную цену на свою продукцию и получить дополнительную экономическую выгоду за счет возросших объемов и качества продукта. Побочные отходы производства, в частности пена, проблема глобального характера. При использовании ультразвуковой технологии количество пены, выделяемой при фильтрации картофельной мезги от крупных фракций в ванне с дуговыми ситами, уменьшается под воздействием ультразвука, что также дает значительный экономический эффект, особенно в условиях крупных производственных мощностей. Таким образом, использование ультразвука в технологических линиях производства крахмала способно дать тройной экономический эффект – повышение качества продукта, снижение себестоимости процесса и минимизация отходов производства [2].

Значительная часть производства крахмала в России обеспечена зерном кукурузы. Крахмал кукурузы на 75–80% состоит из амилопектина

и лишь 20–25% из амилозы. Зерно восковидной кукурузы содержит 100%-й амилопектиновый крахмал. Отечественная селекция не обеспечивает сырьевой рынок достаточно высокоурожайными гибридами восковидной кукурузы из-за отсутствия достаточного разнообразия генетических источников генов *wx*. В коллекции кукурузы ВИР более 70 источников местных сортов и самоопыленных линий восковидной кукурузы, гомозиготных по гену *wx*. Проведены исследования селекционной ценности и комбинационной способности линий с целью выявления высокоурожайных гибридов кукурузы. Экспериментальные гибридные комбинации характеризуются разнообразием количественных и качественных признаков и в том числе по содержанию крахмала в зерне и сбору амилопектина с 1 га. В результате исследований выделены перспективные высокоурожайные гибридные комбинации с потенциалом сбора амилопектина до 5–7 т/га, превышающие стандарт на 4–5 т/га. Внедрение в производство высокоурожайных гибридов восковидной кукурузы обеспечит дешевым отечественным сырьем производство высококачественного крахмала в России, что, в свою очередь, позволит отказаться от завоза дорогостоящего импортного сырья, снизит себестоимость продукции, обеспечит амилопектиновым крахмалом и его модификациями производство товарной продукции в медицине, пищевой и химической промышленности, других отраслях, производство биоэтанола и концентрированных кормов [8].

Авторами [5] изучены химический состав и питательная ценность технологических отходов производства кукурузного крахмала. Анализируя данные проведенного исследования о химическом составе кукурузного глютенa, можно отметить, что это высокобелковый продукт, в сухом веществе которого содержится около 66% сырого протеина, 2,4% сырого жира, 2,1% клетчатки. Согласно полученным данным кукурузный глютен можно с успехом использовать в составе кормовых добавок для сельскохозяйственных животных. Белок зерна кукурузы в своем составе представлен альбуминами, глобулинами, глютелинами и зеином в большом количестве.

Анализ химического состава кукурузного корма показал, что по содержанию энергии, сырого протеина, сырого жира и других питательных веществ его можно апробировать как корм для сельскохозяйственных животных. В связи с тем, что сырой кукурузный корм содержит в своем составе остатки зародыша, крупной и мелкой мезги и высокий процент белка, он апробируется для скормливания животным в качестве компонента рационов. Однако использовать этот корм можно не более 5 дней с момента получения в связи с быстрыми процессами порчи, что затрудняет его транспортировку и хранение [5].

Продовольственный рынок России представлен широким ассортиментом различных видов модифицированных крахмалов. Данные компоненты растительного происхождения улучшают вкус изделия, его консистенцию, увеличивают сроки годности. При добавлении крахмала в продукт снижаются содержание жира, его энергетическая ценность. Эти факторы способствуют применению крахмалов при производстве функциональных продуктов питания. В зависимости от исходного сырья характеристика и физические свойства их различаются. Они влияют на качество крахмальных клейстеров, образующихся при взаимодействии крахмала с продуктом, обеспечивают его стабильность при хранении, механическом, химическом и других видах воздействий [3].

Исходя из проведенных исследований, разработаны следующие рекомендации по использованию модифицированных крахмалов в мясной промышленности: марка – кукурузный крахмал, выработанный методом термопластической экструзии с добавлением лимонной кислоты на стадии обработки; количество введения выбранного крахмала – 6 %; сухой способ внесения; для обогащения мясных рубленых полуфабрикатов или взамен хлеба; возможность использования в функциональных продуктах питания (снижает энергетическую ценность и содержание жира); для обогащения продуктов, предназначенных для питания людей, больных всеми формами диабета (продукт с низким декстрозным и гликолитическим эквивалентами). Вводимое количество крахмала должно обеспечивать функциональную направленность изделия, поэтому рекомендуется вводить крахмал в мясные системы в количестве 6 % для придания продукту диетических свойств [3].

В настоящее время применение крахмала в качестве связующего вещества в мясных продуктах получило широкое распространение из-за большого спроса потребителя на более нежные типы «холодных закусок», в связи с расширением производства мясного хлеба и других аналогичных изделий. В мясной промышленности применяются как нативные (природные, неизменённые) крахмалы, так и модифицированные, полученные с использованием специальных методов обработки. В стране растет сегмент нативных крахмалов. Импорт на протяжении последних 5 лет практически не меняется. За весь 2019 год в Россию было импортировано более 14 тыс. тонн нативного крахмала. Это на 38% меньше, чем было ввезено в 2018 году, а также почти на 28% – по сравнению с 2017 годом. В России в производстве мясных продуктов используются нативные крахмалы: картофельный, пшеничный и импортный тапиоковый. Мясная промышленность остаётся значительным и важным потребителем крахмалов как нативных, так и модифицированных, и это позволяет расширять

ассортимент мясной продукции, создавать новые модификации крахмалов для улучшения качества мясных изделий [6].

Авторы [4] провели лабораторные выпечки хлеба из кукурузного и картофельного крахмала с добавлением тапиокового крахмала в количестве 5 – 30% вместо массы кукурузного. Установлено, что при добавлении тапиокового крахмала до 10 %, хлеб имеет лучшие органолептические показатели, а именно: лучшую эластичность мякиша и меньшую крошковатость. Такой эффект достигается за счет более глубокой клейстеризации тапиокового крахмала во время выпекания. Объём готовых изделий при этом уменьшается незначительно. Таким образом, установлена целесообразность использования в технологии безбелкового хлеба тапиокового крахмала в количестве до 10% вместо массы картофельного или кукурузного, что способствует улучшению органолептических показателей качества изделий и продлению сроков хранения [4, 9].

Проведено сравнение кислотного и ферментативного способов гидролиза крахмалов и получение глюкозной и мальтозной патоки из местных видов крахмала с использованием различных способов интенсификации процессов биоконверсии крахмалов [1]. Для интенсификации двойного ферментативного гидролиза крахмалов использовались газовыхревой способ перемешивания и электроактивированные растворы, получаемые методом электролиза.

Проведенные исследования показали, что самый высокий выход глюкозы получается при использовании электроактивированной среды, который составил 96–99%. При этом сократилось время гидролиза в 1,5–2 раза. Подобное наблюдается и при получении мальтозной патоки. Самый высокий выход мальтозы – 58-59% при использовании электроактивированной среды, и время биоконверсии также сокращается в несколько раз. Таким образом, целесообразно, экономично и эффективно использовать электроактивированную среду для получения мальтозной и глюкозной патоки путем биоконверсии различных видов крахмала [1].

Выводы

1. Динамика рынка крахмала в России постоянно растет. За 5 лет с 2015 года по 2019 год российский рынок крахмала вырос с 347 тысяч тонн до 471 тысяч тонн.
2. Около 99,5% производства крахмала приходится на 4 вида сырья: кукуруза, картофель, пшеница и маниок (тапиок). Основную долю в структуре продаж немодифицированного крахмала занимает кукурузный.
3. Производство модифицированных крахмалов – одно из перспективных и мало развитых направлений в нашей стране. Свое применение данная продукция находит во многих промышленных

отраслях и не только дает хороший экономический эффект, но и позволяет получать принципиально новые продукты с высокой добавленной стоимостью.

4. Мясная промышленность остаётся значительным и важным потребителем крахмалов как на-

тивных, так и модифицированных, и это позволяет расширять ассортимент мясной продукции, создавать новые модификации крахмалов для улучшения качества мясных изделий.

Литература

- [1] Аксёнов, В.В. Получение мальтозной и глюкозной паток из некоторых видов крахмалов / В.В. Аксёнов, А.В. Максименко, Е.А. Фёдорова // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 5. – С. 217-220.
- [2] Башкиров, В.В. Проблемы производства крахмала в России и способы решения с помощью ультразвуковых технологий / В.В. Башкиров, М.К. Азизов, С.В. Янкевич // Наука и мир. – 2017. – Т. 1. № 5 (45). – С. 39-41.
- [3] Бобренева, И.В. Новые виды модифицированных крахмалов в мясной промышленности / И.В. Бобренева, В.И. Степанов // Мясная индустрия. – 2012. – № 9. – С. 63-66.
- [4] Грищенко, А.Н. Использование разных видов крахмала в технологии безбелкового хлеба / А.Н. Грищенко, Н.А. Ситниченко // В сборнике: Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств. Материалы IV Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи. Лапина Г.П. (ответственный редактор). – 2016. – С. 67-69.
- [5] Кравчик, Е.Г. Химический состав и питательная ценность технологических отходов производства кукурузного крахмала / Е.Г. Кравчик // В сборнике: Сельское хозяйство - проблемы и перспективы. Сборник научных трудов. Под редакцией В.К. Пестиса. Гродно, 2018. – С. 122-130.
- [6] Коптелова, Е.К. Нативный и модифицированный крахмал для мясной промышленности / Е.К. Коптелова, Н.Д. Лукин // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. – 2014. – № 1. – С. 274-276.
- [7] Коптелова, Е.К. О крахмале восковидной кукурузы / Е.К. Коптелова, Н.Д. Лукин, Ю.И. Третьяков // Пищевая промышленность. – 2012. – № 4. – С. 56-58.
- [8] Ресурсный потенциал коллекции кукурузы ВИР как источник амилопектинового крахмала / Э.Б. Хатефов, Г.В. Матвеева, А.В. Хачидогов, А.М. Кагермазов, А.В. Казмахов // АПК России. – 2018. – Т. 25. № 2. – С. 244-248.
- [9] Sancher H. D. Optimization of gluten cornstarch, rise flour and cassava starch / H. D. Sancher, C. A. Oletta, A. M. Torre // Food Sci. – 2002. – Vol. 67, № 1. – P. 416-419.

References

- [1] Aksenov V.V., Maksimenko A.V., Fedorova E.A. Poluchenie mal'toznoj i glyukoznoj patok iz nekotorykh vidov krahmalov Vestnik Krasgau, 2007, No. 5, pp. 217-220.
- [2] Bashkirov V.V., Azizov M. K., YAnkevich S.V. Problemy proizvodstva krahmala v Rossii i sposoby resheniya s pomoshch'yu ul'trazvukovykh tekhnologij Science and the world, 2017, Vol. 1. No. 5 (45), pp. 39-41.
- [3] Bobrenева I.V., Stepanov V. I. Novye vidy modifitsirovannykh krahmalov v myasnoj promyshlennosti Meat industry, 2012, No. 9, pp. 63-66.
- [4] Grishchenko A.N., Sitnichenko N.A. Ispol'zovanie raznykh vidov krahmala v tekhnologii bezbelkovogo hleba In the collection: Quality and environmental safety of food products and industries. Materials of the IV International Scientific Conference with elements of a scientific school for young people. Lapina G.P. (executive editor), 2016, pp. 67-69.
- [5] Kravchik E.G. Himicheskij sostav i pitatel'naya cennost' tekhnologicheskikh othodov proizvodstva kukuruznogo krahmala In the collection: Agriculture - problems and prospects. Collection of scientific papers. Edited by V.K. Pestis. Grodno, 2018, pp. 122-130.
- [6] Koptelova E.K., Lukin N.D. Nativnyj i modifitsirovannyj krahmal dlya myasnoj promyshlennosti International scientific and practical conference dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbatov, 2014, No. 1, pp. 274-276.
- [7] Koptelova E.K., Lukin N.D., Tret'yakov YU.I. O krahmale voskovidnoj kukuruzy Food industry, 2012, No. 4, pp. 56-58.
- [8] Hatefov E.B., Matveeva G.V., Hachidogov A.V., Kagermazov A.M., Kazmahov A.V. Resursnyj potencial kollektsii kukuruzy VIR kak istochnik amilopektinovogo krahmala Agroindustrial Complex of Russia, 2018, Vol. 25. No. 2, pp. 244-248.
- [9] Sancher H. D., Oletta C. A., Torre A.M. Optimization of gluten cornstarch, rise flour and cassava Food Sci, 2002, Vol. 67, No.1, pp. 416-419.

Сведения об авторах

Information about the authors

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

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ENVIRONMENTAL PROTECTION

УДК 631.45

Внесение куриного помета и компоста на его основе на химический состав почвы

Потапов М.А., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье изучено воздействие свежего и компостированного куриного помета на химический состав почвы. Свежий и компостированный куриный помет (в дозировке от 0 до 4%) смешивали с почвой, а затем инкубировали в течение 90 дней. После инкубационного периода определяли некоторые химические характеристики почвы (органический углерод, общий азот, pH, электропроводность). По мере увеличения внесения дозировки свежего и компостированного куриного помета увеличивалось количество органического углерода в почве и общего азота. Внесение обоих удобрений в почву увеличивало значения электропроводности, но было ограничено в компостированном курином помете.

Ключевые слова: компостирование, помет, качество почвы, органический углерод, общий азот.

Для цитирования: Потапов М.А., Фролов Д.И. Внесение куриного помета и компоста на его основе на химический состав почвы // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 60–64.

The introduction of chicken manure and compost based on it on the chemical composition of the soil

Potapov M.A., Frolov D.I.

Abstract. The article examines the effect of fresh and composted chicken manure on the chemical composition of the soil. Fresh and composted chicken manure (at a dosage of 0 to 4%) was mixed with soil and then incubated for 90 days. After the incubation period, some chemical characteristics of the soil (organic carbon, total nitrogen, pH, electrical conductivity) were determined. As the application rate of fresh and composted chicken manure was increased, the amount of organic carbon in the soil and total nitrogen increased. Applying both fertilizers to the soil increased the conductivity values but was limited in composted chicken manure.

Keywords: composting, litter, soil quality, organic carbon, total nitrogen.

For citation: Potapov M.A., Frolov D.I. The introduction of chicken manure and compost based on it on the chemical composition of the soil. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 4. pp. 60–64. (In Russ.).

Введение

Физические и химические характеристики почвы очень важны для устойчивого сельского хозяйства и качества почвы. Потери и недостаток органических веществ являются серьезными проблемами в устойчивом управлении засушливыми и полувзасушливыми регионами почв. Хорошо известно, что органическое вещество является важным ком-

понентом почвы, который положительно влияет на физические, химические и биологические свойства почвы [1, 2]. Это также незаменимый элемент устойчивых методов ведения сельского хозяйства. В засушливых и полувзасушливых регионах содержание органического вещества в почве низкое, и его связывание очень усложнено. По этим причинам, чтобы получить больше урожая и улучшить качество почвы, к почвам в засушливых и полувзасуш-

Таблица 1 – Свойства свежего и компостированного куриного помета, почвы и рисовой шелухи

Материалы	Текстура	Органический углерод (%)	Всего N (%)	pH (1/2,5)	ЭП (дСм/м)	CaCO ₃ (%)	C/N	Индекс всхожести (%)
Свежий помет	-	41,79	4,27	8,93	8,38	3,29	10,3	-
Компостированный куриный помет	-	25,2	1,26	7,84	2,83	2,28	20	100
Почва	Суглинок	0,94	0,15	7,55	0,79	6,8	6,26	-
Рисовая шелуха	-	46	0,39	-	-	-	117,94	-

ливых регионах следует применять особые методы управления почвой. Существует тесная взаимосвязь между плодородием почвы и содержанием органического углерода в почве, поэтому уменьшение содержания органического углерода отрицательно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Важно увеличить связывание углерода в почвах для поддержания плодородия почвы.

Потери органического вещества и азота в этих регионах можно преодолеть с помощью возобновляемых источников органических веществ, таких как компост и навоз. Использование свежего и компостированного куриного помета улучшит характеристики почвы. Однако этот улучшающий эффект будет варьироваться в зависимости от применяемых дозровок.

Цель данного исследования состояла в изучении влияния свежего и компостированного куриного помета на химические свойства почвы, тесно связанные с агрегацией почвы.

Объекты и методы исследований

Свежий куриный помет 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 0,9х0,9х0,9 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 разливали в ящики и заполняли, добавляя недостающую влагу, и компостирование продолжалось.

Некоторые свойства свежего куриного помета, почвы и рисовой шелухи приведены в таблице 1.

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 °C в течение 90 дней. Эксперимент по инкубации проводили по факторному рандомизированному плану с тремя повторностями.

После эксперимента по инкубации кислотность почвы и электропроводность водно-почвенного экстракта 1 / 2,5 (вес / вес) были измерены с помощью pH-метра и кондуктометра. Органический углерод и общий азот анализировали с помощью общепринятых методик.

Анализ отклонений результатов исследования был проведен с использованием Statistica.

Результаты и их обсуждение

Температура компостной кучи поднялась до 70 °C в течение двух дней после первой аэрации. Эта температура была самой высокой температурой, измеренной за весь процесс компостирования, и такие высокие температуры больше не появлялись в компостной куче. Со временем температура компостной кучи продолжала непрерывно падать. Температура компостной кучи стабилизировалась к концу второго месяца, а температура компостной кучи колебалась от 28 °C до 30 °C в течение третьего месяца.

По окончании компостирования содержание органического углерода снизилось до 42% от исходного количества. Это сокращение составило около 34% для общего азота. Было установлено, что компостированный навоз не имеет фитотоксического действия, а индекс всхожести составляет 100%. Такой высокий индекс прорастания считается важным параметром зрелости компоста.

Другие исследователи, изучая компостирование птичьего помета с разным содержанием рисовой шелухи и опилок, установили, что термофильный период продолжался около 40-60 дней в смесях с рисовой шелухой, в то время как в смесях из опилок он длился 105 дней, исходя из структурных различий между ними [3]. Авторы также сообщали, что рисовая шелуха подвергалась меньшему

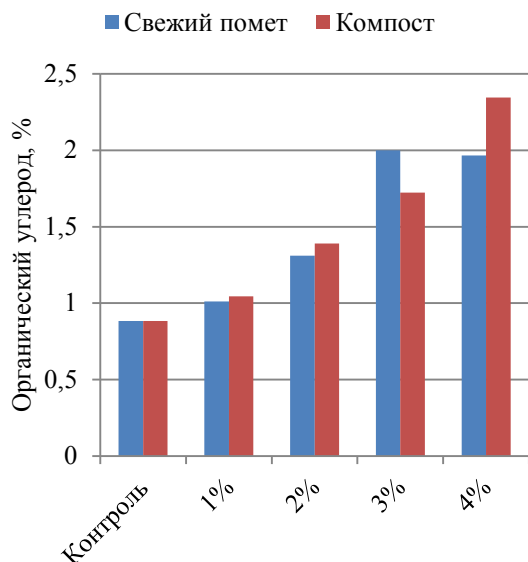


Рис. 1. Органический углерод смесей, включающих разное количество свежего и компостированного куриного помета

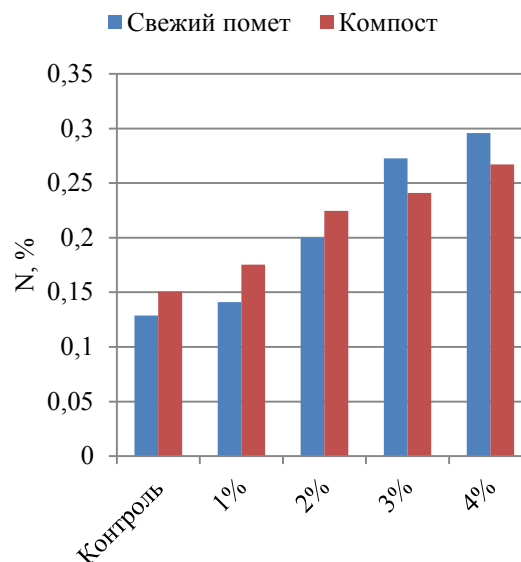


Рис. 2. Общее содержание азота в смесях, включая разное количество свежего и компостированного куриного помета

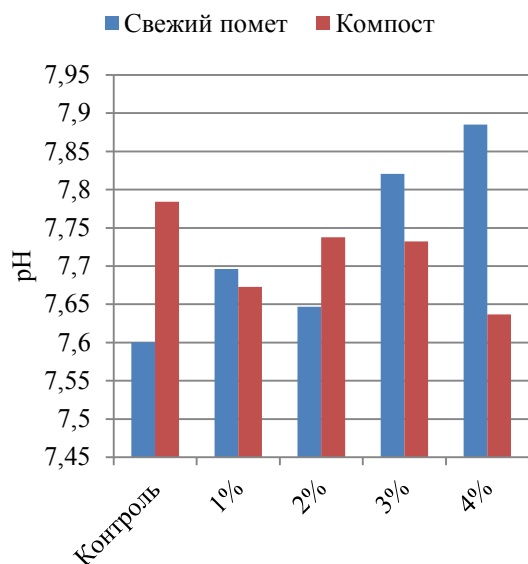


Рис. 3. Значения pH смесей, включающих разное количество свежего и компостированного куриного помета

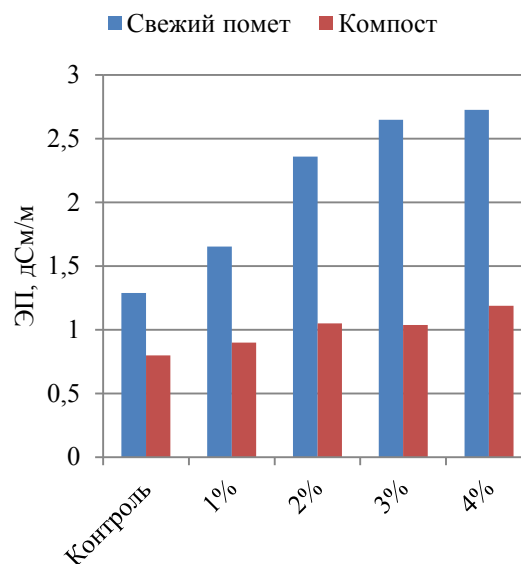


Рис. 4. Значения электропроводности смесей, включающих разное количество свежего и компостированного куриного помета

количеству микробов из-за более низкого содержания углерода, более высокого содержания кремнезема, воскового покрытия и неспособности удерживать столько воды, сколько опилки [4]. При этом исходное соотношение C/N в основном влияло на зрелость конечного компоста, а скорость аэрации была основным фактором стабильности компоста [5].

Содержание почвенного органического углерода в смесях увеличивалось в обоих пометах в зависимости от увеличения дозировок. Установлено, что дозировки помета статистически значимы ($p < 0,05$). Самое высокое содержание органического углерода было измерено в дозе 4% компостированного помета с 2,39% во всех смесях,

за которыми следовали 3% и 4% свежего помета. Как показано на рисунке 1, наименьшее количество органического углерода было обнаружено в контрольных образцах для обоих пометов.

Дозы обработки были статистически значимыми только для общего количества азота в образцах ($p < 0,05$). Как показано на рисунке 2, общее содержание азота в смесях увеличилось из-за увеличения доз свежего и компостированного куриного помета. Наибольшее содержание общего азота было определено в 4% -ной дозе смесей свежего куриного помета с добавлением 0,30%. В смесях свежего помета, включающих высокие дозы обработки, такие как 3% и 4%, общее содержание азота было больше, чем в смесях с внесенным

компостом. Как показано на рисунке 2, для низких доз верно обратное.

Как показано на рисунке 3, значения рН увеличивались в смесях с внесенным свежим куриным пометом, тогда как они уменьшались в образцах, внесенных в компостированный куриный помет, в соответствии с возрастающими дозами. Когда навоз и дозы обработки оценивались вместе, и навоз, и дозы были статистически значимыми ($p < 0,05$). Значения рН образцов колебались от 7,61 до 7,89. Как показано на рисунке 3, значения рН смесей, связанных с дозами внесения, демонстрируют колеблющиеся изменения. Ожидаемого значительного увеличения количества смесей, включая свежий куриный помет, не наблюдалось. Возможно, это связано с высокой буферной способностью почвы.

С другой стороны, в смесях с внесенным свежим куриным пометом были измерены значительно высокие уровни солености по сравнению с образцами, внесенными в компостированный куриный помет, как следствие начальных высоких значений ЭП свежего помета. Повышение солености было более ограниченным в смесях, применяемых на основе компостированного помета (рис. 4). Как показано на рисунке 4, удобрения и дозы внесения вместе значимы для значений ЭП ($p < 0,05$).

Самые высокие значения засоления были измерены в дозах 3% и 4% смесей, внесенных свежим куриным пометом, а самые низкие значения были определены в контрольной почве и 1% дозах смесей, внесенных на компостированный навоз. Как показано на рисунке 4, между смесями наблюдались значительные различия. Увеличение

количества помета привело к увеличению значений ЭП во всех смесях. С другой стороны, повышение солености в смесях, внесенных на основе компостированного помета, было ограниченным по сравнению с смесями, вносимыми свежим навозом. Компостирование свежего куриного помета значительно снизило опасения по поводу засоления. Величина ЭП составляла всего 1,23 дСм/м для 4% компостированной смеси с внесенным куриным пометом, но она составляла 2,77 дСм/м для свежей смеси с внесенным куриным пометом в той же дозировке.

Устойчивые к воде количества заполнителя увеличивают количество органического углерода в смесях как свежего, так и компостированного куриного помета. Однако, как показано на рисунке 5, эта взаимосвязь была более значимой в компостированном курином помете, чем в свежем.

Выводы

Свежий куриный помет и компост на его основе при смешивании с почвой увеличивали агрегационные свойства почв. Это можно объяснить увеличением микробной активности в почве, связанной с увеличением уровня органического углерода. Внесение обоих удобрений в почву увеличивало значения электропроводности почвы, но это увеличение было довольно ограниченным в компостированном курином помете по сравнению со свежим навозом. Использование большого количества материалов, в том числе с высоким содержанием углерода и низким содержанием азота (рисовой шелухи), снизило уровень азота в компостированном навозе.

Литература

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Microbial community composition turnover and function in the mesophilic phase predetermine chicken manure composting efficiency / H. Liu [et al.] // Bioresource Technology. 2020. Vol. 313. P. 123658.
- [4] Sustainable applications of rice feedstock in agro-environmental and construction sectors: A global perspective / S.M. Shaheen [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol. 153. P. 111791.

References

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Microbial community composition turnover and function in the mesophilic phase predetermine chicken manure composting efficiency / H. Liu [et al.] // Bioresource Technology. 2020. Vol. 313. P. 123658.
- [4] Sustainable applications of rice feedstock in agro-environmental and construction sectors: A global perspective / S.M. Shaheen [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol. 153. P. 111791.

[5] Additives for reducing nitrogen loss during composting: A review / G. Shan [et al.] // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 307. Additives for reducing nitrogen loss during composting. P. 127308.

[5] Additives for reducing nitrogen loss during composting: A review / G. Shan [et al.] // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 307. Additives for reducing nitrogen loss during composting. P. 127308.

Сведения об авторах

Information about the authors

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

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

AUTHOR GUIDELINES

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей

The procedure for consideration, approval and rejection of articles

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

Требования к оформлению статьи

Article requirements

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

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

употребление сокращений, кроме общепризнанных.

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

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

«Объекты и методы исследований»:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

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

В редакцию предоставляются:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

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

Этапы преобразования ссылки

1) На сайте <http://www.translit.ru> (в раскрывающемся списке «варианты» 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

№ 4

2021

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Сдано в производство 13.11.2021. Формат 60X84/8

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

Усл. печ. л. 8,02. Тираж 50 экз.