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

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

№3 (20) 2019

Научно-теоретический и практический журнал

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

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 3 (20) 2019

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

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

Зам. главного редактора

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

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Адрес редакции:

Фролов Дмитрий Иванович
г. Пенза, ул. Антонова, д.26 к.209
E-mail: surr@itit58.ru, 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., 2019 © ООО НТК «Эврика!», 2019

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

No. 3 (20) 2019

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

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

Deputy-chief editor

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

Editorial board members:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

The editorial office address:

Dmitry Ivanovich Frolov
Penza, st. Antonov 26-209
E-mail: surr@itit58.ru, 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., 2019 © OOO NTK «Evrika!», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Моделирование рецептур кексов с маслом грецкого ореха и экструдатом пшеничных отрубей
Бочкарева З.А., Сушенцова А.И. **5**

Функционально-технологические свойства экструдированной композитной смеси
Гарькина П.К., Живаева Н.В. **10**

Проектирование рецептурного состава мучных кондитерских изделий с заданной пищевой и энергетической ценностью
Гарькина П.К., Чушкина А.В. **16**

Разработка режима вакуумной сушки перца сорта «Ласточка»
Скоморохова А.И., Завьялов А.А., Родионов Ю.В., Зорин А.С. **23**

Влияние содержания белка и условий экструзии на физические свойства экструдатов
Фролов Д.И., Кудрина А.Н. **29**

Применение овсяных отрубей и овощного сырья в рецептуре сдобного печенья
Шабурова Г.В., Кулькова Ю.С. **36**

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Обоснование конструктивно-технологической схемы экструдера для обработки сырья с повышенной влажностью
Курочкин А.А., Потапов М.А. **42**

Разработка компоновки портального высококлиренсного трактора и математическое моделирование его в динамике
Матмуродов Ф.М., Асамов С., Ахмедов Ш., Туланов И.О. **46**

Изучение распределения влаги в семенах тыквы при сушке
Фролов Д.И. **52**

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Производство и качество молока в России
Зимняков В.М. **56**

Оценка конкурентоспособности пастеризованного молока с учетом показателей, регламентирующих его качество
Курочкин А.А. **62**

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Влияние типа модификации диатомита на его сорбционную способность
Борисков Д.Е., Кузьмин А.А., Комарова Н.А., Давыдова М.А. **68**

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей **75**

Требования к оформлению статьи **75**

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

Modeling of cupcake recipes with walnut oil and wheat bran extrudate
Bochkareva Z.A., Sushentsova A.I. **5**

Functional and technological properties extruded composite mix
Garkina P.K., Zhivaeva N.V. **10**

Designing of recipe composition of flour confectionery products with a tasked food and energy value
Garkina P.K., Chushkina A.V. **16**

Development of the mode of vacuum drying pepper grade «Lastochka»
Skomorokhova A.I., Zavyalov A.A., Rodionov Yu.V., Zorin A.S. **23**

Effect of protein content and extrusion conditions on the physical properties of extrudates
Frolov D.I., Kudrina A.N. **29**

Application of oat bran and vegetable raw materials in the recipe of good cookies
Shaburova G.V., Kulkova Yu.S. **36**

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

Justification of the design and technological scheme of the extruder for processing raw materials with high humidity
Kurochkin A.A., Potapov M.A. **42**

Development of the layout of the portal high-clearance tractor and its mathematical modeling in dynamics
Matmurodov F.M., Asamov S., Akhmedov Sh., Tulanov I.O. **46**

Studying the moisture distribution in pumpkin seeds during drying
Frolov D.I. **52**

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

Production and quality of milk in Russia
Zimnyakov V.M. **56**

Assessment of competitiveness of pasteurized milk taking into account the indicators regulating its quality
Kurochkin A.A. **62**

ENVIRONMENTAL PROTECTION

The influence of type of modification of diatomite in its sorption capacity
Boriskov D.E., Kuzmin A.A., Komarova N.A., Davydova M.A. **68**

AUTHOR GUIDELINES

The procedure for consideration, approval and rejection of articles **75**

Article requirements **75**

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.681

Моделирование рецептур кексов с маслом грецкого ореха и экструдатом пшеничных отрубей

Бочкарева З.А., Сушенцова А.И.

Аннотация. В сфере общественного питания широко применяется создание автоматизированных систем и технологий. Одним из важных направлений разработки автоматизированных систем и технологий является проектирование пищевых продуктов сложного сырьевого состава. Цель исследований – компьютерное проектирование, заключающееся в построении модели кексового полуфабриката по заданным параметрам качества и рецептурной оптимизации продукта по критериям содержания пищевых волокон и полиненасыщенных жирных кислот. Объектом исследования является кекс с различным соотношением в тесте экструдата пшеничных отрубей и масла грецкого ореха. Реализация задач проектирования выполнялась на ПК в среде Microsoft Excel с помощью надстройки «Поиск решения». Моделирование позволило найти соотношение ингредиентов кексов для обеспечения максимального содержания полиненасыщенных жирных кислот и пищевых волокон.

Ключевые слова: кекс, моделирование, масло грецкого ореха, экструдат пшеничных отрубей.

Для цитирования: Бочкарева З.А., Сушенцова А.И. Моделирование рецептур кексов с маслом грецкого ореха и экструдатом пшеничных отрубей // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 5–9.

Modeling of cupcake recipes with walnut oil and wheat bran extrudate

Bochkareva Z.A., Sushentsova A.I.

Abstract. In the field of public catering, the creation of automated systems and technologies is widely used. One of the important directions of development of automated systems and technologies is the design of food products of complex raw materials. The aim of the research is computer-aided design, which consists in constructing a model of a cupcake semi-finished product according to the specified quality parameters and recipe optimization of the product according to the criteria of the content of dietary fibers and polyunsaturated fatty acids. The object of the study is a cupcake with a different ratio in the dough of wheat bran extrudate and walnut oil. The implementation of project tasks was carried out on a PC in Microsoft Excel using the "Solution Search" add-in. The simulation allowed to find the ratio of cupcake ingredients to ensure maximum content of polyunsaturated fatty acids and dietary fiber.

Keywords: cupcake, modeling, walnut oil, wheat bran extrudate.

For citation: Bochkareva Z.A., Sushentsova A.I. Modeling of cupcake recipes with walnut oil and wheat bran extrudate. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 5–9. (In Russ.).

Введение

Кексы относятся к популярным изделиям высокой энергетической ценности из муки пшеничной высшего сорта, но приверженцы правильного образа жизни и полезного питания используют в своем рационе кексы из различных видов муки и с разными функциональными ингредиентами.

Большое число работ нынешних отечественных и зарубежных ученых, посвященных разработ-

	A	B	C	D	E	F
1			Содержание пищевых веществ в 100 г. продукта			
2	Наименование сырья		Пищевые волокна,г	ПНЖК, г	ω-3	ω-6
3	Мука пшеничная в/с	X1	3,5	0,51	0,03	0,48
4	Сахар-песок	X2	0	0	0	0
5	Растительное масло	X3	0	59,8	0	59,8
6	Яйца	X4	0	1,26	0,06	1,1
7	Изюм	X5	6,5	0,037	0,008	0,029
8	Масло грецкого ореха	X6	0	70,6	17,6	52,7
9	Экструдат пшеничных отрубей	X7	30	2,21	0,167	2,044

Рис. 1. Информационная матрица данных

ке кексов с усовершенствованными показателями качества и высокой пищевой ценностью, обосновано возможностью использования функциональных ингредиентов и нетрадиционных видов сырья [1, 2, 3, 4, 5].

Кексам характерен нежный вкус, который придают им жиры. Анализ отраслевой научно-технической литературы показывает, что для производства кексов в качестве жирового сырья используют маргарины и кондитерские жиры, полученные из гидрогенизированных растительных масел. В таких жирах содержится свыше 50 % трансизомеров жирных кислот, которые не только плохо усваиваются в организме человека, но и оказывают негативное влияние на его здоровье [4].

Поэтому разработка кексов с заменой кондитерских жиров на растительные масла позволяет изменить соотношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в готовых изделиях. При этом для того, чтобы не изменились функционально-технологические и структурно-механические свойства изделий необходимо использовать ингредиенты, способствующие сохранению данных свойств. Таким ингредиентом является экструдат пшеничных отрубей [5].

Целью работы являлось проектирование рецептур кексов с использованием метода линейного программирования, отличающихся сбалансированным химическим составом за счет добавления масла грецкого ореха и экструдата пшеничных отрубей.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются кексы с различным соотношением в тесте экструдата пшеничных отрубей (ЭПО) и масла грецкого ореха (МГО). Реализация задач проектирования выполнялась на ПК в среде Microsoft Excel с помощью надстройки «Поиск решения». Поставленную задачу решали с использованием метода линейного программирования, позволяющего определить удельный вес удельный вес участия каждого вида сырья в производстве единицы искомого продукта.

Результаты и их обсуждение

Среди известных моделей, применяемых при исследовании технологических процессов особое место занимают линейные модели, т.е. модели, где математические зависимости и ограничения в виде неравенств линейны относительно переменных величин, которые включены в модель. Суть задач подобного рода состоит в том, чтобы из множества допустимых вариантов рецептур выбрать по заданному признаку оптимальный вариант посредством направленного варьирования количественных соотношений сырьевых компонентов.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1					Переменные						
2	Имя	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7			
3	Значение	21,79	17,55	12,33	14,04	8,77	2,18	2,42			
4									ЦФ		
5									Значение	Направ.	
6	Коэф.ЦФ	0,005	0	0,59	0,013	0,0004	0,71	0,02	9,165878	max	
7											
8					Ограничения						
9	Вид								Лев.часть	Знак	Прав.час
10	Огр6(ПВ)	0,04	0	0	0	0,07	0	0,3	2,2115	≥	25
11	Огр8(ω-3)	0,0003	0	0	0,0006	0,0001	0,18	0,002	0,413078	≥	1,6
12	Огр9(ω-6)	0,005	0	0,59	0,01	0,0003	0,53	0,02	8,730481	≥	10

Рис. 2. Автоматизированный расчет рецептуры с добавлением масла грецкого ореха – 15% и экструдата пшеничных отрубей – 10%

Таблица 1 – Таблица результатов автоматизированного расчета содержания пищевых веществ

Показатели	Контрольный образец	Образцы с заменой масла и муки		
		МГО-15%; ЭПО-10%	МГО-20%; ЭПО-20%	МГО-25%; ЭПО-30%
Пищевые волокна, г	1,582	2,21	2,84	3,45
ПНЖК, г	8,867	9,165	9,288	12,96
ω-3, г	0,016	0,413	0,546	0,682
ω-6, г	8,82	8,73	8,72	8,71

	A	B	C
1	Сырье	Индекс	Расход сырья на 100 шт. готовых изделий
2	1. Мука пшеничная в/с	X1	21,79
3	2. Сахар-песок	X2	17,55
4	3. Растительное масло	X3	12,33
5	4. Яйца	X4	14,04
6	5. Изюм	X5	8,77
7	6. Масло грецкого ореха	X6	2,18
8	7. Экструдат пшеничных отрубей	X7	2,42
9	ПНЖК		9,165878
10	ω-3		0,413078
11	ω-6		8,730481
12	Пищевые волокна		2,2115

Рис. 3. Рецептура кекса при автоматизированном расчете с добавлением масла грецкого ореха – 15% и экструдата пшеничных отрубей – 10%

Алгоритм моделирования рецептуры кексов состоял из следующих этапов:

- определение химического состава продуктов, входящих в рецептуру кексов и создание информационного банка данных;

- формирование системы балансовых линейных уравнений на базе информационного банка данных по пищевым волокнам, ПНЖК, незаменимым жирным кислотам ω-3, ω-6;

- определение технологических ограничений для модели разрабатываемых кексов заданного качества с постановкой ограничений: пищевые волокна ≥ 25г, ПНЖК→max, ω-3≥1,6г, ω-6≥10г;

- реализация задач проектирования кексов на ПК в среде Microsoft Excel;

- оценка вариаций созданных многокомпонентных пищевых продуктов с технологической точки зрения и выбор, который в большей степени отвечает назначенной цели [6].

Критериями оптимизации в данной модели выбраны нормы среднесуточной потребности в пищевых веществах (нутриентах) [7]. В качестве контрольного образца выбран кекс на химических разрыхлителях, но с использованием растительного (подсолнечного рафинированного) масла. В разрабатываемых образцах производится замена части подсолнечного масла на масло грецкого ореха и части муки пшеничной высшего сорта на экструдат пшеничных отрубей.

Для составления математической модели определено содержание питательных веществ в разрабатываемом продукте. На рисунке 1 представлена информационная матрица данных для моделирования рецептуры кексов.

На основании информационной матрицы данных сформирована математическая модель рецептуры методом линейного программирования.

Составляем уравнения для будущей математической модели:

ПВ=0,04X1+0,07X5+0,3X7

ПНЖК=0,005X1+0,59X3+0,013X4+0,0004X5+ +0,71X6+0,02X7

ω-3=0,0003X1+0,0006X4+0,0001X5+0,18X6+ +0,002X7

ω-6=0,005X1+0,59X3+0,01X4+0,0003X5+ +0,53X6+0,02X7

Для составления ограничений использованы нормы суточной потребности человека в нутриентах.

ПВ=0,04X1+0,07X5+0,3X7≥25г

ПНЖК=0,005X1+0,59X3+0,013X4+0,0004X5+ +0,71X6+0,02X7→max

ω-3=0,0003X1+0,0006X4+0,0001X5+0,18X6+ +0,002X7≥1,6г

ω-6=0,005X1+0,59X3+0,01X4+0,0003X5+ +0,53X6+0,02X7≥10г

Произведено автоматизированное моделирование рецептур кексов с использованием MS Excel.

На рисунке 2 представлен автоматизированный расчет рецептуры с добавлением масла грецкого ореха – 15% и экструдата пшеничных отрубей – 10%.

Таблица 2 - Результаты расчета рецептур кексов с различным содержанием масла грецкого ореха и экструдата пшеничных отрубей

Показатели	Расход сырья на 100 шт готовых изделий, г		
	МГО-15%; ЭПО-10%	МГО-20%; ЭПО-20%	МГО-25%; ЭПО-30%
Мука пшеничная высшего сорта	21,79	19,37	16,95
Сахар-песок	17,55	17,55	17,55
Растительное масло	12,33	11,61	10,88
Яйца	14,04	14,04	14,04
Изюм	8,77	8,77	8,77
Масло грецкого ореха	2,18	2,9	3,63
Экструдат пшеничных отрубей	2,42	4,84	7,26

В таблице 1 представлены результаты автоматизированного расчета содержания пищевых веществ с различным содержание масла грецкого ореха и экструдата пшеничных отрубей.

Анализ полученных результатов по автоматизированному расчету содержания пищевых веществ при частичной замене подсолнечного масла маслом грецкого ореха и муки пшеничной высшего сорта на экструдат пшеничных отрубей позволяет сделать вывод, что с повышением количества МГО и ЭПО повышается количество пищевых волокон, ПНЖК, и незаменимой жирной кислоты ω-3; а ω-6 уменьшается, но во всех полученных образцах соблюдается рекомендуемое соотношение ω-6 : ω-3 для рационов здорового человека (5-10):1. В целом уровень обогащения кексов ПНЖК возрастает.

На рисунке 3 представлена рецептура кекса при автоматизированном расчете с добавлением масла грецкого ореха – 15% и экструдата пшеничных отрубей – 10%.

Результаты автоматизированного расчета рецептур кексов с различным содержанием масла грецкого ореха и экструдата пшеничных отрубей представлены в таблице 2.

При замене основного сырья производство образцов кексов по полученным рецептурам не гарантирует получения продукта заданного качества по органолептическим показателям. Поэтому возникает необходимость отработки рецептур и отбора модельных образцов, способствующих высокому качеству кексов по функционально-технологическим и органолептическим показателям.

Выводы

С повышением количества МГО и ЭПО повышается количество пищевых волокон, ПНЖК, и незаменимой жирной кислоты ω-3; а ω-6 уменьшается, но во всех полученных образцах соблюдается рекомендуемое соотношение ω-6 : ω-3 для рационов здорового человека (5-10):1. Из возможных вариантов рецептур с максимальным содержанием ПНЖК и пищевых волокон является рецептура с добавлением масла грецкого ореха – 25% и экструдата пшеничных отрубей – 30%.

Список литературы

[1] Балаева Е.В. Совершенствование технологии производства кексов и маффинов с использованием крахмалосодержащего сырья : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Е.В. Балаева. Москва, 2013. 25 с.
[2] Перфилова О.В. Разработка технологии производства фруктовых и овощных порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / О.В. Перфилова. Москва, 2009. 26 с.
[3] Сурмач Э.М. Разработка технологий и ассортимента кексов повышенной пищевой ценности из ржаной муки : автореф. Дис. ... Канд. Техн. Наук: 05.18.07 / Э.М. Сурмач. Санкт-Петербург, 2014. 16 с.
[4] Туркова А.Ю. Совершенствование технологии кексов функционального назначения : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / А.Ю. Туркова. Орел, 2015. 26 с.
[5] Шленская, Т. В. Экструдат пшеничных отрубей в производстве кексов /Т. В. Шленская, З. А. Бочкарева, Н. М. Шленская, В. П. Радченко // Кондитерское производство. 2009. № 6. С. 10-11.
[6] Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин - М.: Дели Принт, 2005. 296 с.
[7] ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности.

References

[1] Balaeva E.V. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva keksov i maffinov s ispol'zovaniem krakhmalosoderzhashchego syr'ya : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / E.V. Balaeva. Moskva, 2013. 25 p.
[2] Perfilova O.V. Razrabotka tekhnologii proizvodstva fruktovykh i ovoshchnykh poroshkov dlya primeneniya ikh v izgotovlenii funktsional'nykh muchnykh konditerskikh izdelii : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / O.V. Perfilova. - Moskva, 2009. 26 p.
[3] Surmach E.M. Razrabotka tekhnologii i assortimenta keksov povyshennoi pishchevoi tsennosti iz rzhanoi muki : avtoref. Dis. ... Kand. Tekhn. Nauk: 05.18.07 / E.M. Surmach. Sankt-Peterburg, 2014. 16 p.
[4] Turkova A.Yu. Sovershenstvovanie tekhnologii keksov funktsional'nogo naznacheniya : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01 / A.Yu. Turkova. Orel, 2015. 26 p.
[5] Shlenskaya, T. V. Ekstrudat pshenichnykh otrubei v proizvodstve keksov /T. V. Shlenskaya, Z. A. Bochkareva, N. M. Shlenskaya, V. P. Radchenko // Konditerskoe proizvodstvo. 2009. No 6. pp. 10-11.
[6] Grachev, Yu.P. Matematicheskie metody planirovaniya eksperimentov / Yu.P. Grachev, Yu.M. Plaksin M.: Deli Print, 2005. 296 p.
[7] GOST R 55577-2013 Produkty pishchevye spetsializirovannye i funktsional'nye. Informatsiya ob otlichitel'nykh priznakakh i effektivnosti.

Сведения об авторах	**Information about the authors**
Бочкарева Зенфира Альбертовна 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:** bochkarievaz@mail.ru	**Bochkareva Zenfira Albertovna** PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University **Phone:** +7(927) 094-79-49 **E-mail:** bochkarievaz@mail.ru
Сушенцова Анастасия Игоревна магистрант 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:** ya_stasya@list.ru	**Sushentsova Anastasia Igorevna** undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University **Phone:** +7(927) 094-79-49 **E-mail:** ya_stasya@list.ru

УДК 664.681.1

Функционально-технологические свойства экструдированной композитной смеси

Гарькина П.К., Живаева Н.В.

Аннотация. Одними из приоритетных задач государственной политики Российской Федерации в области здорового питания являются расширение производства пищевых продуктов, обогащенных эссенциальными пищевыми веществами, а также продуктов с заданными свойствами функционального назначения. В связи с этим представляется актуальным модификация рецептур пищевых продуктов, относящихся к группе систематически употребляемых, в частности, хлебобулочных изделий. Возможным направлением повышения качества и расширения ассортимента хлебобулочных изделий является использование в рецептурах добавок растительного происхождения, способствующих обогащению изделий. Целью работы является исследование функционально-технологических свойств экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и семян льна с высоким содержанием эссенциальных нутриентов для производства обогащенных хлебобулочных изделий. Смесь зерна пшеницы и семян льна перед экструдированием соединяли в соотношении 3:1. В статье рассмотрен химический состав экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и семян льна, а также функционально-технологические свойства смеси и ее влияние на функционально-технологические свойства в смеси с пшеничной мукой высшего сорта. В композитной смеси высок уровень белка, ω-3 и ω-6 полиненасыщенных жирных кислот, пищевых веществ, витаминов и минеральных веществ. Установлено повышение водопоглотительной способности композитной смеси, и снижение количества и качества клейковины при смешивании композитной смеси с пшеничной мукой. Предложены рациональные дозировки экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и семян льна, как перспективное сырье для обогащения хлебобулочных изделий. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения экструдированной смеси зерна пшеницы и семян льна в технологии хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: пшеница, лен, смесь, экструдаты, функциональные свойства.

Для цитирования: Гарькина П.К., Живаева Н.В. Функционально-технологические свойства экструдированной композитной смеси // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 10–15.

Functional and technological properties extruded composite mix

Garkina P.K., Zhivaeva N.V.

Abstract. One of the priorities of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition is the expansion of the production of food products enriched with essential food substances, as well as products with predetermined functional properties. In this regard, it seems relevant to modify the formulations of food products belonging to the group of systematically consumed, in particular, bakery products. A possible direction of improving the quality and expanding the range of bakery products is the use in the formulations of additives of plant origin, contributing to the enrichment of products. The aim of the work is to study the functional and technological properties of an extruded composite mixture of wheat grains and flax seeds with a high content of essential nutrients for the production of enriched bakery products. A mixture of wheat grain and flax seeds before extrusion was combined in a ratio of 3:1. The article discusses the chemical composition of the extruded composite mixture of wheat grain and flax seeds, as well as the functional and technological properties of the mixture and its effect on the functional and technological properties in a mixture with premium wheat flour. The composite mixture has a high level of protein, ω-3 and ω-6 polyunsaturated fatty acids, nutrients, vitamins and minerals. An increase in the water-absorbing capacity of the composite mixture and a decrease in the quantity and quality of gluten when mixing the composite mixture with wheat flour have been established. Rational dosages of an extruded composite mixture of wheat and flax seeds are proposed as promising raw materials for the enrichment of bakery

products. The results obtained indicate the feasibility of using an extruded mixture of wheat grain and flax seeds in the technology of bakery products.

Keywords: wheat, flax, mixture, extrudates, functional properties.

For citation: Garkina P.K., Zhivaeva N.V. Functional and technological properties extruded composite mix. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 10–15. (In Russ.).

Введение

С целью обогащения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, предназначенных для систематического употребления, применяют сырье и полуфабрикаты растительного происхождения взамен части пшеничной муки. При этом применяемое нетрадиционное сырье должно характеризоваться определенным химическим составом и функционально-технологическими свойствами (ФТС), позволяющими, во-первых, обогатить изделия функциональными пищевыми ингредиентам (ФПИ), во-вторых, интенсифицировать технологические процессы производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [1, 2]. Одним из эффективных способов модификации ФТС зернового сырья является термопластическая экструзия [3, 4, 5]. Экструзионная обработка воздействует, главным образом, на молекулы белка и крахмала, способствуя трансформации их структур [6]. В то же время, одновременное экструдирование крахмалсодержащего сырья с различными другими растительными добавками представляет собой новую ступень в разработке полуфабрикатов с целью получения продуктов питания, обогащенных различными ФПИ [7].

Одним из высокоэффективных источников функциональных пищевых ингредиентов, а также стабилизаторов консистенции теста, можно рассматривать лен. Семена льна способствуют нормализации работы желудочно-кишечного тракта, обладают высоким уровнем содержания ФПИ. Массовая доля жира в них достигает уровня 30-40 %. Жир семян льна является источником ПНЖК – линоленовой кислоты (ω-3), линолевой кислоты (ω-6). Указанные жирные кислоты участвуют в синтезе гормонов, осуществляющих регуляцию обменных процессов в клетках, оказывают влияние на сердечно-сосудистую деятельность. Существенно участие ПНЖК в формировании фосфолипидов клеточных мембран. Они необходимы для правильного роста и функционирования организма человека, они входят в состав всех клеточных оболочек и мембран, и их дефицит приводит к обширным патологическим изменением в различных органах. Велико в семенах льна содержание белка –20-25 %, а также пищевых волокон – 20-28 % [8].

В связи с этим, актуальной задачей является исследование ФТС смеси семян льна и зерна пшеницы, полученной на модернизированном экструдере КМЗ с вакуумной камерой [9].

Целью работы является исследование функционально-технологических свойств экструдированной композитной смеси (ЭКС).

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования являлась композитная смесь зерна пшеницы сорта Саратовская 36 и семян льна масличного в соотношении 3:1 с влажностью 16…20%, обработанная в экструдере. Продолжительность обработки – 10…15 с. Температура обработки – 100…105 °С. На сырье, выходящее из матрицы экструдера, воздей¬ствовали пониженным давлением, равным 0,05 МПа с целью более интенсивного «вскипания» (вспучивания). Полученную ЭКС измельчали на лабораторной мельнице ЛМТ-1 с частотой вращения размольного органа 12000 об/мин.

Для исследования влияния ЭКС на ФТС пшеничной муки использовали пшеничную муку высшего сорта с содержанием сырой клейковины 30,0%. Модельные образцы готовили с заменой части пше¬ничной муки на муку ЭКС в количестве 5, 10, 15, 20, 25 % к общей массе муки. В качестве контрольного образца служил образец без внесения ЭКС.

В соответствии с поставленной целью определены основные задачи исследования: исследование химического состава и ФТС экструдированной композитной смеси; исследование влияния композитной смеси на ФТС доминирующего сырья – пшеничной муки.

Определение массовой доли влаги, жира, сырой клетчатки и золы проводили по общепринятым методикам. Содержание общего азота определяли по методу Къельдаля с последующим пересчетом на сырой протеин. Результаты представлены как среднее значение из трех повторных измерений. Оценку водопоглотительной способности (ВПС) смеси пшеничной муки и ЭКС осуществляли методом, описанным Корячкиной С.Я. [10]. Содержание и качество клейковины в смеси определяли в соответствии с ГОСТ 27839-2013.

Результаты и их обсуждение

Теоретическим обоснованием возможности применения нетрадиционных добавок является их химический состав. Результаты предварительных исследований, связанных со сравнительным анализом химического состава пшеничной муки высшего

Таблица 1 – Химический состав пшеничной муки высшего сорта и экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и семян льна

Наименование показателя	Мука пшеничная высшего сорта	Экструдированная композитная смесь зерна пшеницы и семян льна в соотношении 1:3
Массовая доля влаги, %	14,5	8,5
Массовая доля протеина, % СВ	12,3	16,3
Массовая доля жира, % СВ	1,3	11,5
Массовая доля клетчатки, % СВ	0,2	7,8
Массовая доля золы, % СВ	0,6	2,9
Массовая доля безазотистых экстрактивных веществ, % СВ	85,6	63,8

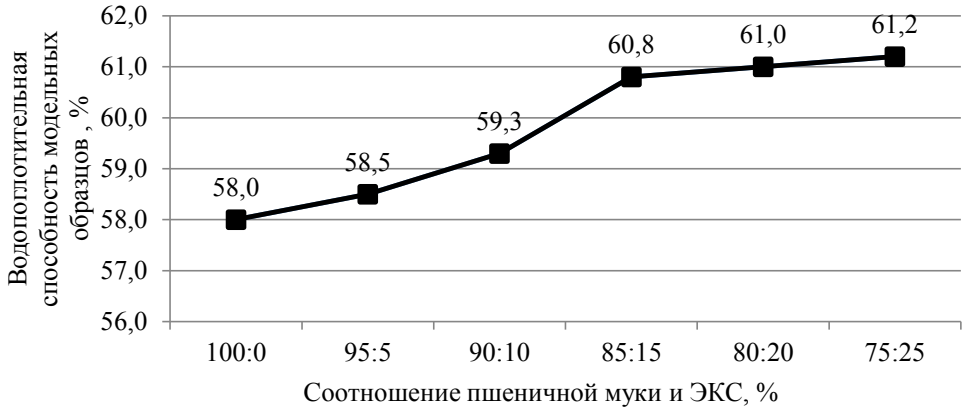


Рис. 1. Водопоглотительная способность в модельных образцах с заменой части пшеничной муки на муку ЭКС

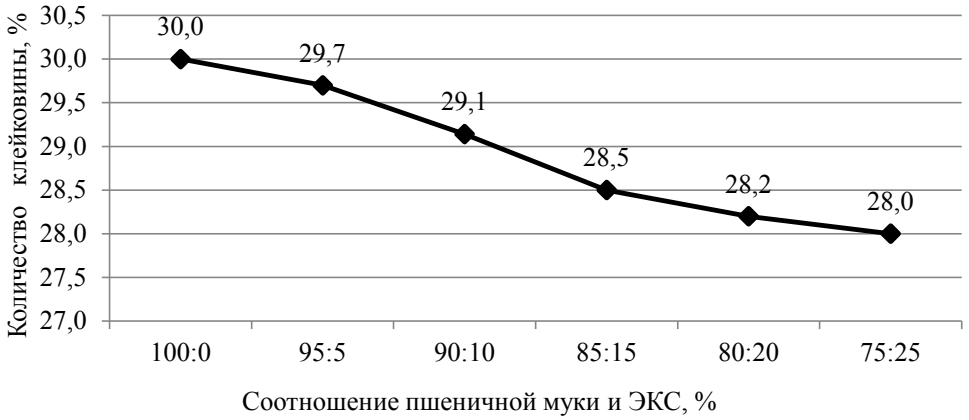


Рис.2. Количество клейковины в модельных образцах в зависимости от количества заменяемой пшеничной муки на муку ЭКС

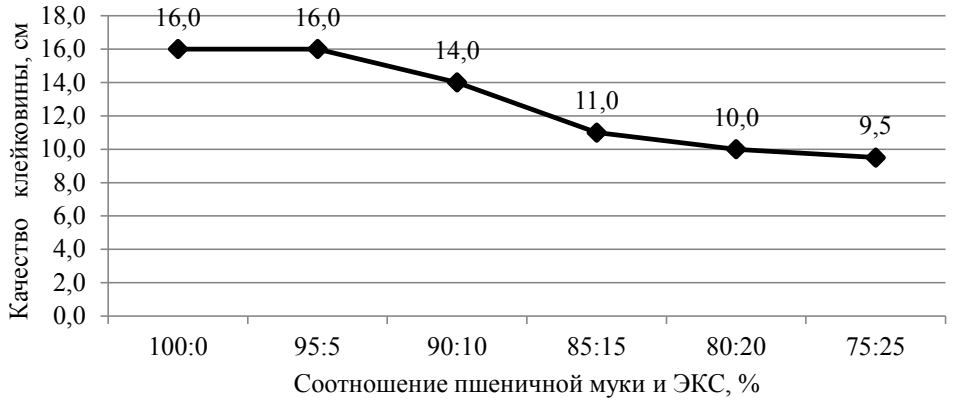


Рис. 3. Качество клейковины в модельных образцах в зависимости от количества заменяемой пшеничной муки на муку ЭКС

сорта и муки экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и семян льна, приведены в табл. 1.

ЭКС характеризуется удовлетворительной сыпучестью, имеет вкус и запах, характерный для зернового сырья. Влажность смеси находится на низком уровне и составляет 8,5 %, что позволит увеличить срок хранения экструдированной смеси.

Содержание протеина в ЭКС зерна пшеницы и семян льна составляет 16,1%, что на 30,9 % выше, чем в пшеничной муке.

Экструдированная смесь содержит значительно больше жира, чем пшеничная мука. Содержание жира в экструдированной смеси составляет 9,4 %, что в 8,7 раз выше, чем в пшеничной муке. Большая часть жирных кислот семян льна относится, как сказано выше, к полиненасыщенным жирным кислотам.

Установлено высокое содержание клетчатки в экструдированной смеси – 7,8%, что в 39 раз больше, чем в пшеничной муке высшего сорта.

Содержание золы в ЭКС составляет 2,9 %, в то время, как в пшеничной муке 0,6 % на сухое вещество. Содержание безазотистых экстрактивных веществ в ЭКС в 1,3 раза меньше, чем в пшеничной муке.

Сравнительный анализ химического состава ЭКС с пшеничной мукой позволяет сделать вывод о целесообразности применения ЭКС в качестве потенциального сырья для обогащения хлебобулочных изделий.

В дальнейших исследованиях изучали функционально-технологические свойства ЭКС и смеси пшеничной муки высшего сорта с ЭКС в сравнении с пшеничной мукой.

На рисунке 1 приведены результаты ВПС в образцах с заменой части пшеничной муки на муку ЭКС зерна пшеницы и семян льна в количестве 5, 10, 15, 20, 25 % к общей массе муки.

Сравнительный анализ уровня исследуемого показателя выявил более высокую ВПС модельных образцов пшеничной муки с различными дозировками ЭКС зерна пшеницы и семян льна. Отмечен интенсивный рост ВПС в модельных образцах с заменой пшеничной муки на муку ЭКС в количестве от 10 до 15 %. При этом водопоглотительная способность увеличилась до 60,8 %, что в относительных величинах на 4,8 % выше, чем в контрольном образце. Дальнейшее повышение ВПС модельных образцов незначительное, в связи с чем, рациональной заменой пшеничной муки на муку ЭКС следует считать дозировку ЭКС не более 15 %. Механизм увеличения ВПС может быть обусловлен наличием в льняной муке растворимых в воде полисахаридов (пентозанов), характеризующихся водосвязывающей способностью, а также способностью к образованию вязких гелей [11]. Высокая водопоглотительная способность приводит к повышению выхода продукции, и предполагает возможность обеспечения влагоудерживающей способности готовых мучных изделий.

Сила пшеничной муки, ее белково-протеиназный комплекс, может оценивается путем определения количества и качества клейковины, обусловливающей структурно-механические свойства теста, а также путем определения структурно-механических свойств теста из исследуемой муки. Силу пшеничной муки, и, следовательно, ее белково-протеиназный комплекс, в модельных образцах с использованием ЭКС оценивали по количеству и качеству клейковины.

На рисунке 2 приведены результаты исследования количества клейковины в модельных образцах с заменой пшеничной муки на муку ЭКС зерна пшеницы и семян льна в количестве 5, 10, 15, 20, 25 % к общей массе муки.

Представленные на рис. 2 результаты исследований свидетельствуют об уменьшении количества клейковины при замене пшеничной муки на ЭКС зерна пшеницы и семян льна в количестве 10 и 15 % в относительных величинах на 3,0 и 5,0 % по сравнению с контрольной пробой, соответственно. С целью получения сдобных изделий высокого качества не следует использовать сырье с более низким содержанием клейковины.

Качество клейковины может быть оценено таким показателем, как растяжимость. На рисунке 3 приведены результаты исследований качества клейковины в модельных образцах с заменой пшеничной муки на ЭКС зерна пшеницы и семян льна.

Установлено, что внесение ЭКС приводит к укреплению клейковины смеси пшеничной муки с ЭКС, что, возможно, позволит применять муку из ЭКС в качестве улучшителя технологических свойств теста при использовании слабой по силе муки. Укрепление клейковины, в свою очередь, обусловлено, возможно, активностью фермента липоксигеназы.

Выводы

Таким образом, на основании полученных результатов исследований, отмечено положительное влияние замены пшеничной муки мукой экструдированной композитной смеси зерна пшеницы и семян льна в количестве от 5 до 15 % на водопоглотительную способность, количество и качество клейковины модельных образцов.

Список литературы

[1] Использование гречневой муки при производстве функциональных продуктов / Саитова М.Э. // Хлебопродукты. 2017. № 12. С. 38-39.

[2] Разработка технологий и рецептур мучных кондитерских изделий, обогащенных пищевыми волокнами/ Мацейчик И.В., Корпачева С.М., Мунтян В.В.//Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2018. № 1 (50). С. 103-108.

[3] Дерканосова Н.М. Амарантовый экструдат как обогащающий ингредиент мучных изделий/ Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, И.Н. Пономарёва, О.А. Василенко, В.Д. Ломова, М.В. Копылов // Хлебопродукты. 2018. № 2. С. 32-33.
[4] Горлов И.Ф. Обогащенный нутовый экструдат - функциональный ингредиент для создания новых продуктов питания/И.Ф. Горлов, И.С. Даниелян, Е.В. Карпенко, Е.Ю. Злобина//Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 1 (1). С. 76-79.
[5] Совершенствование технологии получения хлеба с использованием муки из экструдата/Чаплыгина И.А., Матюшев В.В.//В сборнике: Проблемы современной аграрной науки Материалы международной научной конференции . 2018. С. 200-202.
[6] Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя/Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Воронина П.К., Тюрина Е.В.//В сборнике: Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 3 томах. Челябинск: Изд-во Южно-Уральского государственного университета. 2010. С. 46-48.
[7] Технологические решения в производстве булочных изделий с повышенной пищевой ценностью/ Курочкин А.А., Шматкова Н.Н., Шабурова Г.В.//Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. Т. 6. № 4 (19). С. 149-155.
[8] Пащенко Л.П. Использование семян льна для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий/ Л.П.Пащенко, Г.Г.Странадо, Н.Н.Булгакова// Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. №4. с.82-85.
[9] Пат. 2561934 Российская Федерация, МПК7 A23L1/30, A61K35/78. Экструдер с вакуумной камерой / Шабурова Г.В., Воронина П.К, Шабнов Р.В., Курочкин А.А., Авроров В.А.. заявитель и патентообладатель Пензенский государственный технологический университет. – № 2014125348/13; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 3 с.
[10] Корячкина, С.Я. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Методы исследования свойств растительного сырья: учебно-методическое пособие / С.Я. Корячкина, Н.А. Березина, Е.В. Хмелёва. Орел: ФГОУ ВПО «ГосуниверситетУНПК», 2011. 297 с.
[11] Миневич И. Э. Использование семян льна в хлебопечении / И. Э. Миневич, В. А. Зубцов, Т. Б. Цыганова // Хлебопродукты. 2008. № 3. С. 56-57.

References

[1] Ispol’zovanie grechnevoi muki pri proizvodstve funktsional’nykh produktov/Saitova M.E. // Khleboprodukty. 2017. No. 12. P. 38-39.
[2] Razrabotka tekhnologii i retseptur muchnykh konditerskikh izdelii, obogashchennykh pishchevymi voloknami/ Matseichik I.V., Korpacheva S.M., Muntyan V.V.//Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel’skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova. 2018. No. 1 (50). pp. 103-108.
[3] Derkanosova N.M. Amarantovyi ekstrudat kak obogashchayushchii ingredient muchnykh izdelii/ N.M. Derkanosova, A.A. Stakhurlova, I.N. Ponomareva, O.A. Vasilenko, V.D. Lomova, M.V. Kopylov // Khleboprodukty. 2018. No. 2. pp. 32-33.
[4] Gorlov I.F. Obogashchennyi nutovyi ekstrudat - funktsional’nyi ingredient dlya sozdaniya novykh produktov pitaniya/I.F. Gorlov, I.S. Danielyan, E.V. Karpenko, E.Yu. Zlobina//Agrarno-pishchevye innovatsii. 2018. No. 1 (1). pp. 76-79.
[5] Sovershenstvovanie tekhnologii polucheniya khleba s ispol’zovaniem muki iz ekstruda-ta/Chaplygina I.A., Matyushev V.V.//V sbornike: Problemy sovremennoi agrarnoi nauki Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii . 2018. pp. 200-202.
[6] Transformatsiya uglevodnogo kompleksa ekstrudirovannogo yachmenya/Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Voronina P.K., Tyurina E.V.//V sbornike: Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya pishchevoi promyshlennosti i obshchestvennogo pitaniya sbornik materialov III Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem: v 3 tomakh. Chelyabinsk: Izd-vo Yuzhno-Ural’skogo gosudarstvennogo universiteta. 2010. pp. 46-48.
[7] Tekhnologicheskie resheniya v proizvodstve bulochnykh izdelii s povyshennoi pishchevoi tsenno-st’yu/ Kurochkin A.A., Shmatkova N.N., Shaburova G.V.//Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya. 2016. T. 6. No. 4 (19). pp. 149-155.
[8] Pashchenko L.P. Ispol’zovanie semyan l’na dlya povysheniya biologicheskoi tsennosti khlebobulochnykh izdelii/ L.P.Pashchenko, G.G.Stranado, N.N.Bulgakova// Khranenie i pererabotka sel’khozsyr’ya. 2003. No.4. pp. 82-85.
[9] Pat. 2561934 Rossiiskaya Federatsiya, MPK7 A23L1/30, A61K35/78. Ekstruder s vakuumnoi kameroi / Shaburova G.V., Voronina P.K, Shabnov R.V., Kurochkin A.A., Avrorov V.A.. zayavitel’ i patentoobladatel’ Penzenskii gosudarstvennyi tekhnologicheskii universitet. – No. 2014125348/13; zayavl. 23.06.2014; opubl. 10.09.2015, Byul. No. 25. 3 p.

[10] Koryachkina, S.Ya. Metody issledovaniya svoistv syr'ya, polufabrikatov i gotovoi produktsii. Metody issledovaniya svoistv rastitel'nogo syr'ya: uchebno-metodicheskoe posobie / S.Ya. Koryachkina, N.A. Berezina, E.V. Khmeleva. Orel: FGOU VPO «GosuniversitetUNPK», 2011. 297 p.
[11] Minevich I. E. Ispol'zovanie semyan l'na v khlebopechenii / I. E. Minevich, V. A. Zubtsov, T. B. Tsyganova // Khleboprodukty. 2008. No. 3. pp. 56-57.

Сведения об авторах

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

Живаева Наталья Викторовна
магистрант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
E-mail: zhivaeva.natali@yandex.ru

Information about the authors

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

Zhivaeva Natalya Viktorovna
undergraduate of the department «Food productions»
Penza State Technological University
E-mail: zhivaeva.natali@yandex.ru

УДК 664.681.9

Проектирование рецептурного состава мучных кондитерских изделий с заданной пищевой и энергетической ценностью

Гарькина П.К., Чушкина А.В.

Аннотация. В настоящее время заметна тенденция к отказу потребителей от мучных кондитерских изделий с высокой энергетической ценностью, что побуждает исследователей к разработке рецептур, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами, снижающими калорийность продукта. Установлена целесообразность применения муки экструдированных семян тыквы и кураги в производстве пищевых продуктов на примере кексов. Показано, что внесение в рецептуру муки семян тыквы и кураги приводит к снижению энергетической ценности мучных кондитерских изделий, и восполнению дефицита пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), витаминного и минерального состава изделий. Разработка новой рецептуры по заданным параметрам осуществлена с использованием современных способов моделирования рецептур пищевых продуктов.

Ключевые слова: кексы, ингредиенты, моделирование.

Для цитирования: Гарькина П.К., Чушкина А.В. Проектирование рецептурного состава мучных кондитерских изделий с заданной пищевой и энергетической ценностью // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 16–22.

Designing of recipe composition of flour confectionery products with a tasked food and energy value

Garkina P.K., Chushkina A.V.

Abstract. Currently, there is a noticeable tendency for consumers to abandon flour confectionery products with high energy value, which prompts researchers to develop formulations enriched with functional food ingredients that reduce the calorie content of the product. The expediency of using flour of extruded pumpkin seeds and dried apricots in food production was established on the example of muffins. It is shown that the introduction of flour pumpkin seeds and dried apricots in the recipe leads to a decrease in the energy value of flour confectionery products, and to fill the deficiency of dietary fiber, polyunsaturated fatty acids (PUFA), vitamin and mineral composition of products. The development of a new recipe for the given parameters was carried out using modern methods of modeling food recipes.

Keywords: cupcakes, ingredients, modeling.

For citation: Garkina P.K., Chushkina A.V. Designing of recipe composition of flour confectionery products with a tasked food and energy value. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 16–22. (In Russ.).

Введение

Известно, что питание является одним из главных факторов, обусловливающих состояние здоровья человека. Установленный дефицит и микронутриентов и некоторых макронутриентов (пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот) приводит к разбалансировке защитных систем организма, неспособности адекватно отвечать на неблагоприятное воздействие окружающей среды, вызывает нарушения в работе организма и способствует развитию различных заболеваний [1–4]. Таким образом, существует необходимость разработки рецептур изделий со сниженной калорийностью и обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами. При этом, среди задач оптимизации потребительских свойств разрабатываемых мучных кондитерских изделий нового поколения приоритетными являются поиск и использование растительных ингредиентов, способных повысить их пищевую и биологическую ценность [14, 15]. Обоснование выбора растительных ингредиентов

для разработки рецептур изделий базируется на анализе их химического состава. Наличие в химическом составе предлагаемого растительного сырья функциональных пищевых ингредиентов позволяет предположить возможность внесения корректив в рецептуру разрабатываемого продукта с целью повышения его биологической ценности. Например, учеными установлено, что использование солода ржаного ферментированного способствует улучшению качества, замедлению процесса черствения. К таким результатам приводят, очевидно, происходящие при ферментации зерна изменения в состоянии крахмала, повышение уровня содержания простых сахаров [5].

Предложено технологическое решение производства экструдированной пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта для производства кексов и маффинов. Применение обработанной пшеничной муки в рецептуре кексов и маффинов приводит к улучшению их органолептических характеристик и структуры мякиша [6]. Учеными предложено использовать в рецептуре кекса овсяную муку в композиции с апельсиновым пюре и олигофруктозой [7].

При создании рецептур продуктов питания, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами с целью реализации задачи рационального использования сырья, особую актуальность приобретает применение информационных технологий.

Цель работы – оптимизация рецептурного состава мучных кондитерских изделий функционального назначения.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования были выбраны кексы. Прототипом послужили рецептура и технология кекса «Весенний» [8].

Выбор муки семян тыквы вместе с оболочкой в качестве рецептурного ингредиента и обогатителя обусловлен наличием в ней функциональных пищевых ингредиентов, таких, как пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины B_1, B_2, PP, β-каротин, макро- и микроэлементы (натрий, калий, кальций, марганец, железо, фосфор) [9].

Курага по содержанию минеральных веществ (железо, магний, калий, кальций, фосфор) превосходит многие свежие плоды. Кроме этого, курага характеризуется существенным уровнем содержания витамина B_2, PP и β-каротина, макроэлементами, а также высокими антиоксидазными свойствами [10]. Следовательно, внесение в рецептуру кексов фруктового ингредиента способствует обогащению изделия витаминами, макро- и микроэлементами, обусловливает специфический вкус, привлекательный для потребителей и, как следствие, повышает востребованность на рынке мучных кондитерских изделий.

Результаты и их обсуждение

Задача оптимизации решалась по химическому, витаминному, минеральному составу и энергетической ценности изделия. Оптимизацию рецептуры разрабатываемого изделия с заданным химическим составом и функциональными свойствами осуществляли с помощью инструмента «Поиск решения» табличного процессора MS Excel. Надстройка «Поиск решения» представляет собой возможность решения задачи линейного программирования, позволяющего оптимизировать состав рецептур.

Основой метода линейного программирования является алгоритм симплексных преобразований системы, дополненный правилом, обусловливающим переход к лучшему опорному решению. Таким образом, симплекс-метод – это универсальный метод линейного программирования, получивший широкое применение [11].

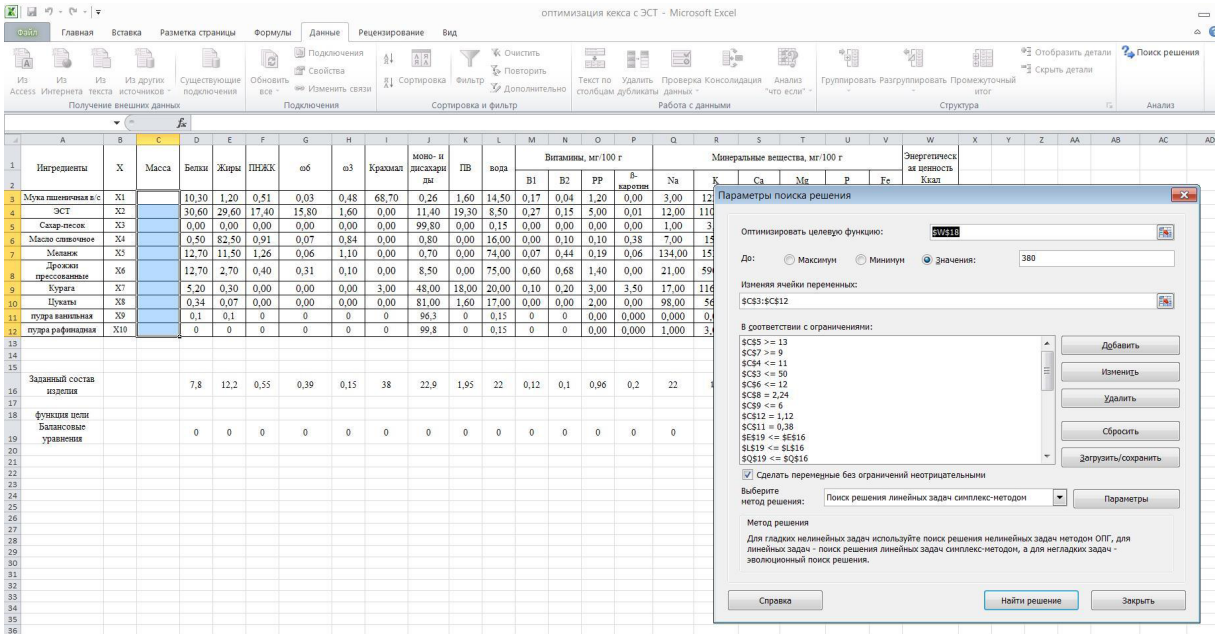
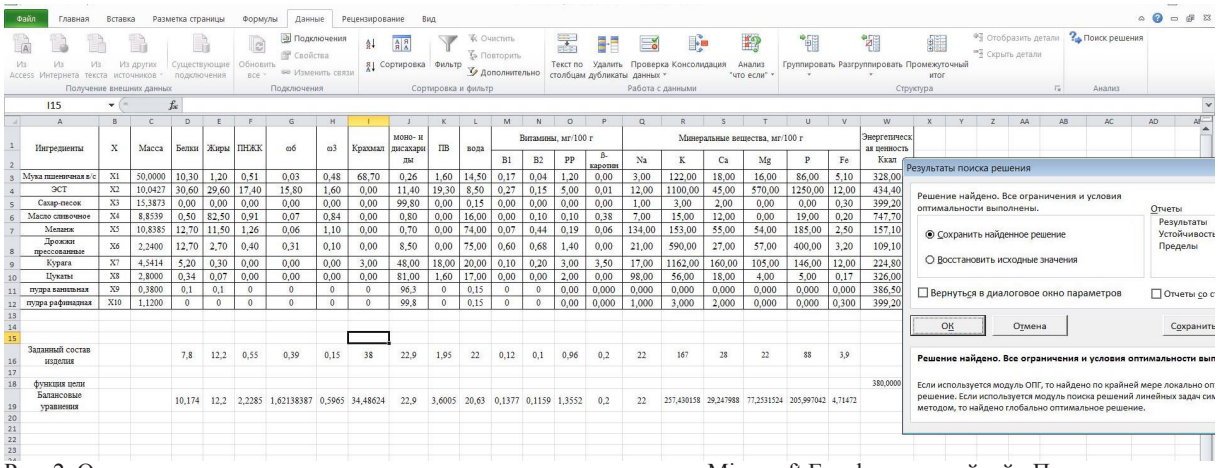


Рис. 1. Диалоговое окно «Поиск решения»



Ингредиенты	X	Масса	Белки	Жиры	ПНЖК	ω6	ω3	Крахмал	моно- и дисахариды	ПВ	вода	Витамины, мг/100 г				Минеральные вещества, мг/100 г						Энергетическая ценность Ккал
												B1	B2	PP	β-каротин	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	
Мука пшеничная в/с	X1	50,0000	10,30	1,20	0,51	0,03	0,48	68,70	0,26	1,60	14,50	0,17	0,04	1,20	0,00	3,00	122,00	18,00	16,00	86,00	5,10	328,00
ЭСТ	X2	10,0427	30,60	29,60	17,40	15,80	1,60	0,00	11,40	19,30	8,50	0,27	0,15	5,00	0,01	12,00	1100,00	45,00	570,00	1250,00	12,00	434,40
Сахар-песок	X3	15,3873	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,80	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3,00	2,00	0,00	0,00	0,30	399,20
Масло сливочное	X4	8,8539	0,50	82,50	0,91	0,07	0,84	0,00	0,80	0,00	16,00	0,00	0,00	0,10	0,38	7,00	15,00	12,00	0,00	19,00	0,20	747,70
Меланж	X5	10,8385	12,70	11,50	1,26	0,06	1,10	0,00	0,70	0,00	74,00	0,07	0,44	0,19	0,06	134,00	153,00	55,00	54,00	185,00	2,50	157,10
Дрожжи прессованные	X6	2,2400	12,70	2,70	0,40	0,31	0,10	0,00	8,50	0,00	75,00	0,60	0,68	1,40	0,00	21,00	590,00	27,00	57,00	400,00	3,20	109,10
Курага	X7	4,5414	5,20	0,30	0,00	0,00	0,00	3,00	48,00	18,00	20,00	0,10	0,20	3,00	3,50	17,00	1162,00	160,00	105,00	146,00	12,00	224,80
Цукаты	X8	2,8000	0,34	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	81,00	1,60	17,00	0,00	0,00	2,00	0,00	98,00	56,00	18,00	4,00	5,00	0,17	326,00
пудра ванильная	X9	0,3800	0,1	0,1	0	0	0	0	96,3	0	0,15	0	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	386,50
пудра рафинадная	X10	1,1200	0	0	0	0	0	0	99,8	0	0,15	0	0	0,00	0,000	1,000	3,000	2,000	0,000	0,000	0,300	399,20
Заданный состав изделия			7,8	12,2	0,55	0,39	0,15	38	22,9	1,95	22	0,12	0,1	0,96	0,2	22	167	28	22	88	3,9	
функция цели																						380,0000
Балансовые уравнения			10,174	12,2	2,2285	1,62138387	0,5965	34,48624	22,9	3,6005	20,63	0,1377	0,1159	1,3552	0,2	22	257,430158	29,247988	77,2531524	205,997042	4,71472		

Рис. 2. Оптимизация рецептуры кекса с использованием программы Microsoft Excel с надстройкой «Поиск решения»

Методология проектирования рецептуры многокомпонентного мучного кондитерского изделия включала следующие этапы.

Первый этап посвящен формированию информационного банка данных, включающего наименование, химический состав и энергетическую ценность ингредиентов проектируемой рецептуры изделия.

Второй этап посвящен составлению балансовых линейных алгебраических уравнений по содержанию белков, жирнокислотного, углеводного, витаминного и минерального состава проектируемого функционального продукта в соответствии с нормативной документацией.

Третий этап заключался в анализе технологических ограничений на использование отдельных видов ингредиентов в соответствии с требованиями нормативной документации.

На четвертом этапе определена функция цели (критерий оптимизации) для проведения оптимизации рецептуры проектируемого функционального продукта (минимальная энергетическая ценность продукта).

Пятый этап включает решение оптимизационной задачи при разработке рецептуры кекса с помощью компьютерного моделирования.

При оптимизации рецептуры кекса учитывали технологические потери пищевых веществ. В результате оптимизации должен быть достигнут уровень содержания функциональных пищевых ингредиентов в изделии, позволяющий удовлетворить за счет данного продукта не менее 15% средней суточной потребности (СП) в этих макро- и микронутриентах при обычном уровне потребления мучного кондитерского изделия.

В таблице 1 приведена информационная матрица данных, включающая вид используемого сырья при проектировании рецептуры кекса и химический состав.

На основании информационного банка составлена система линейных балансовых уравнений по белку, а также жировому, углеводному, витаминному и минеральному составу проектируемого изделия.

В диалоговом окне «Поиск решения» указали целевую функцию и ввели ограничения (рис. 1).

Результаты расчета рецептуры кекса приведены на рисунке 2.

В таблице 2 приведены результаты определения пищевой и энергетической ценности кекса в соответствии с оптимизированной рецептурой.

Результаты сравнительного анализа уровня пищевых веществ прототипа и разработанной рецептуры кекса с применением муки экструдированных семян тыквы свидетельствуют о возможности обогащения изделий по предлагаемой рецептуре белками – 13,6 % от СП против 10,4 % в прототипе. Принято, что содержание белка в 100 г пищевого продукта более 7,5 г является высоким [12].

Предполагается, что степень удовлетворения СП организма в ПНЖК по оптимизированной рецептуре может составить 20,3 %, что характеризует продукт как функциональный. Оптимизированная рецептура кекса с мукой из экструдированных семян тыквы позволяет предположить повышение содержания эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот. Степень удовлетворения СП в ω-3 жирной кислоте при потреблении 100 г кекса составляет на 60 %, в в ω-6 – 16.2 %. В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 кекс по оптимизированной рецептуре является источником высокого содержания ω-3 жирных кислот, так как сумма ω-3 жирных кислот составляет не менее чем 0,4 г на 100 г изделия.

При употреблении 100 г прототипа степень удовлетворения СП в указанных жирных кислотах значительно ниже. Так, степень удовлетворения СП в ПНЖК составляет лишь 5 %, в ω-3 жирной кислоте – 15 %, в ω-6 жирной кислоте – 3,9 %.

Оптимизация рецептуры кекса с применением привела к повышению пищевых волокон. Содержание пищевых волокон возрастает на 84,6 % и составляет 18 % от СП, что подтверждает функциональность разрабатываемого изделия по оптимизированной рецептуре.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 кекс по оптимизированной рецептуре является источником пищевых волокон, так как изделие содержит не менее 3 г волокон на 100 г изделия.

Таблица 1 – Информационная матрица данных для оптимизации рецептуры кекса с заданным химическим составом

Ингредиенты	X	Масса, г	Массовая доля пищевых веществ в 100 г сырьевых ресурсов																		Энергетическая ценность, Ккал
			Белки	Жиры	ПНЖК	ω6	ω3	Крахмал	моно- и дисахариды	ПВ	вода	Витамины, мг/100 г				Минеральные вещества, мг/100 г					
												B1	B2	PP	ß-каротин	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	
Мука пшеничная в/с	X1		10,3	1,2	0,51	0,03	0,48	68,7	0,26	1,6	14,5	0,17	0,04	1,2	0	3	122	18	16	86	5,1	328
ЭСТ	X2		30,6	29,6	17,4	15,8	1,6	0	11,4	19,3	8,5	0,27	0,15	5	0,01	12	1100	45	570	1250	12	434,4
Сахар-песок	X3		0	0	0	0	0	0	99,8	0	0,15	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0,3	399,2
Масло сливочное	X4		0,5	82,5	0,91	0,07	0,84	0	0,8	0	16	0	0,1	0,1	0,38	7	15	12	0	19	0,2	747,7
Меланж	X5		12,7	11,5	1,26	0,06	1,1	0	0,7	0	74	0,07	0,44	0,19	0,06	134	153	55	54	185	2,5	157,1
Дрожжи прессованные	X6		12,7	2,7	0,4	0,31	0,1	0	8,5	0	75	0,6	0,68	1,4	0	21	590	27	57	400	3,2	109,1
Курага	X7		5,2	0,3	0	0	0	3	48	18	20	0,1	0,2	3	3,5	17	1162	160	105	146	12	224,8
Цукаты	X8		0,34	0,07	0	0	0	0	81	1,6	17	0	0	2	0	98	56	18	4	5	0,17	326
Пудра ванильная	X9		0,1	0,1	0	0	0	0	96,3	0	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	386,5
Пудра рафинадная	X10		0	0	0	0	0	0	99,8	0	0,15	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0,3	399,2
Масса, г																						
Заданный состав изделия			7,8	12,2	0,55	0,39	0,15	38	22,9	1,95	22	0,12	0,1	0,96	0,2	22	167	28	22	88	3,9	
Функция цели																						0
Балансовые уравнения			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Таблица 2 – Пищевая и энергетическая ценность кекса с применением муки экструдированных семян тыквы

Наименование пищевых веществ и энергетическая ценность	Рекомендуемый уровень суточного потребления [12, 13]	Кекс (прототип)		Кекс по оптимизированной рецептуре	
		содержание пищевых веществ в 100 г продукта	степень удовлетворения суточной потребности, %	содержание пищевых веществ в 100 г продукта	степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	75	7,8	10,4	10,2	13,6
Жиры, г	83	12,2	14,7	12,2	14,7
в т.ч., ПНЖК, г	11	0,55	5	2,23	20,3
ω-3 (α-линоленовая), г	1	0,15	15	0,6	60
ω-6 (линолевая), г	10	0,39	3,9	1,62	16,2
Усвояемые углеводы, г	365	60,9	16,7	56,5	15,5
в том числе, сахара, г	65	22,9	35,2	22,9	35,2
Пищевые волокна, г	20	1,95	9,8	3,6	18
Витамин B_1, мг	1,5	0,12	8	0,14	9,3
Витамин B_2, мг	1,8	0,1	5,6	0,12	6,7
Витамин РР, мг	20	0,96	4,8	1,36	6,8
β-каротин, мг	5	0,2	4	0,2	4
Натрий, мг	2400	22	0,9	22	0,9
Калий, мг	3500	167	4,8	257	7,3
Кальций, мг	1000	28	2,8	29,2	2,9
Магний, мг	400	22	5,5	77,3	19,3
Фосфор, мг	800	88	11	206	25,8
Железо, мг	14	3,9	27,9	4,7	33,6
ЭЦ, кДж	10467	1620	15,5	1590	15,2
ЭЦ, ккал	2500	387	15,5	380	15,2

Анализ уровня минеральных веществ по оптимизированной рецептуре кекса свидетельствует о возможности повышения степени удовлетворения СП в магнии – 19,3 % против 5,5 % в прототипе, в фосфоре – 25,8 % против 11,0 % в прототипе. Степень удовлетворения СП в железе составляет 33,5 %.

Следует отметить, что энергетическая ценность кекса по оптимизированной рецептуре снижена на 1,8 % по сравнению с прототипом.

Выводы

Таким образом, анализ пищевой и энергетической ценности кекса по оптимизированной рецептуре, подтверждает возможность обогащения его функциональными пищевыми ингредиентами, такими, как белки, полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна и минеральные вещества.

Список литературы

[1] Турчанинов, Д. В. Воздействие питания и образа жизни на здоровье населения / Д.В. Турчанинов, Е.А. Вильмс, Л.А. Боярская, М.С. Турчанинова// Пищевая промышленность. 2015. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-pitaniya-i-obraza-zhizni-na-zdorovie-naseleniya (дата обращения: 23.10.2019).

[2] Сбалансированное питание как одна из составляющих здорового образа жизни/О.Е. Кравченко, А.Ю. Крыловский, А.О. Тиканов, Д.В. Грязева, Н.М. Лобыгина. М.: Изд-во: Интернаука. 2017. № 1-1 (5). С. 20-22.

[3] Влияние питания на организм/А.М. Пестова, Т.Г. Коновалова // сборник статей Международной научно-практической конференции «Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития», часть 5, Оренбург, 2017. С. 262.

[4] Истоки здоровья взрослого в правильном питании ребенка / Г.Р. Муфтеева, К.А. Муфтеева, Т.Р.Исхакова // Вопросы питания. 2018. Т. 87. № 5. С. 104.

[5] Лаптева, Н. Ржаное сырьё в производстве кексов / Н. Лаптева, О. Бабкина, Е. Дубровина // Хлебопродукты. 2016. № 5. С. 52-53.

[6] Балаева, Е. В. Совершенствование технологии производства кексов и маффинов с использованием крахмалосодержащего сырья: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01/ Балаева Елена Валерьевна. М., 2013. 24 с.
[7] Корячкина, С. Я. Совершенствование технологии кекса с применением овсяной муки, апельсинового пюре и олигофруктозы / С. Я. Корячкина, Н. П. Сапронова, Т. В. Матвеева // Технол. и товаровед. инновац. пищ. продуктов. 2014. № 1. С. 15-21.
[8] Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания/сост. А. В. Павлов. СПб.: ПРОФИКС, 2008. 296 с.
[9] Влияние экструзионной обработки на химический состав и функционально-технологические свойства семян тыквы/Шабурова Г.В., Воронина П.К., Шешницан И.Н. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 55-59.
[10] Влияние фруктовых компонентов на качество и пищевую ценность кексов с амарантовой мукой/ П.А. Плужникова, Е.Ю. Егорова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. № 1 (367). С. 46-50.
[11] Лисин П. А. Компьютерное моделирование производственных процессов в пищевой промышленности: Учебное пособие. СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 256 с.
[12] Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник /Под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. М.: Дели принт, 2002. 236 с.
[13] Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации (утв. Роспотребнадзором 18.12.2008). МР 2.3.1.2432 -08. Введены впервые 18.12.2008. М. 37 с.
[14] Оптимизация состава зернопродуктов при получении пивного сусла с использованием экструдированного ячменя / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Д.И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 103–109.
[15] Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 94–99.

References

[1] Turchaninov D.V. Impact of nutrition and lifestyle on public health / D.V. Turchaninov, E.A. Wilms, L.A. Boyarskaya, M.S. Turchaninova // Food Industry. 2015. No.1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-pitaniya-i-obraza-zhizni-na-zdorovie-naseleniya (accessed: 23.10.2019).
[2] Balanced nutrition as one of the components of a healthy lifestyle / O.E. Kravchenko, A.Yu. Krylovsky, A.O. Tikanov, D.V. Gryazeva N.M. Lobygin. - M.: Publisher: Internauka. - 2017. No. 1-1 (5). pp. 20-22.
[3] The effect of nutrition on the body / A.M. Pestova, T.G. Konovalova // collection of articles of the International scientific-practical conference «Science in modern society: patterns and development trends», part 5, Orenburg, 2017. P. 262.
[4] The sources of adult health in the proper nutrition of the child / G.R. Mufteeva, K.A. Mufteeva, T.R. Iskhakova // Nutrition issues. 2018.Vol. 87. No. 5. P. 104.
[5] Lapteva N. Rye raw materials in the production of muffins / N. Lapteva, O. Babkina, E. Dubrovina // Bread products. 2016. No. 5. pp. 52-53.
[6] Balaeva, E. V. Improving the technology for the production of muffins and muffins using starch-containing raw materials: abstract of thesis. ... cand. tech. Sciences: 05.18.01 / Balaeva Elena Valerevna. M., 2013. 24 p.
[7] Koryachkina S. Ya. Improving the technology of cake using oatmeal, orange puree and oligofructose / S. Ya. Koryachkina, N.P. Sapronova, T.V. Matveeva // Tekhnol. and merchandiser. innovation food products. - 2014. - No. 1. pp. 15-21.
[8] Collection of recipes for flour confectionery and bakery products for catering / comp. A.V. Pavlov. - St. Petersburg: PROFIX, 2008 . 296 p.
[9] The influence of extrusion processing on the chemical composition and functional and technological properties of pumpkin seeds / Shaburova G.V., Voronina P.K., Sheshnitsan I.N. // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2016. No. 4. pp. 55-59.
[10] The influence of fruit components on the quality and nutritional value of muffins with amaranth flour / P.A. Pluzhnikova, E.Yu. Egorova // News of higher educational institutions. Food technology. 2019.No. 1 (367). pp. 46-50.
[11] Lisin P. A. Computer modeling of production processes in the food industry: Textbook. - St. Petersburg: Publishing House «Lan», 2016. 256 p.
[12] The chemical composition of Russian food products: Handbook / Ed. THEM. Skurikhina and V.A. Tutellana. - M .: Delhi print, 2002. 236 p.

[13] Norms of physiological requirements for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation (approved by Rospotrebnadzor on December 18, 2008). MP 2.3.1.2432-08. Introduced for the first time on December 18, 2008. M. 37 p.
[14] Optimization of the composition of grain products in the production of beer wort using extruded barley / G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, D.I. Frolov // XXI century: results of the past and problems of the present plus. 2014. No. 6 (22). pp. 103–109.
[15] Regulation of the structure of extrudates of starch-containing grain raw materials / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2013. No. 4. P. 94–99.

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
Чушкина Анастасия Владимировна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 **E-mail:** nastena.glukhova.96@mail.ru	**Chushkina Anastasia Vladimirovna** undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University **E-mail:** nastena.glukhova.96@mail.ru

УДК 664:65.05

Разработка режима вакуумной сушки перца сорта «Ласточка»

Скоморохова А.И., Завьялов А.А., Родионов Ю.В., Зорин А.С.

Аннотация. В статье рассмотрели химический состав перца «Ласточка», его пищевую ценность. Наличие в составе перца макро- и микроэлементов, в частности калия, кремния, фосфора, цинка, йода, марганца и других, позволяет ему участвовать в ряде процессов: производства функционального, диетического и лечебно-профилактического питания, ускоряет метаболизм, улучшает работоспособность головного мозга и других. Создавать функциональные продукты питания с добавлением перца позволяет сушка. Также с ее помощью облегчается его хранение и транспортирование. В статье сравнивается двухступенчатая конвективная вакуум-импульсная сушка и конвективная сушка. Первая состоит из двух ступеней – конвективной и вакуум-импульсной. Конвективную сушку на обоих периодах проводили на конвективной сушилке с неподвижным слоем материала. Определено влагосодержание конца первого периода при использовании кривой температуры перца. Обе сушки выполняли при щадящих режимах по температуре. При прочих равных условиях установили, что двухступенчатая конвективная вакуум-импульсная сушка в 1,8 раза быстрее конвективной сушки. Это позволяет повысить качество высушиваемого материала, а также снизить энергозатраты.

Ключевые слова: перец сорта «Ласточка», двухступенчатая конвективная вакуумно-импульсная сушка, конвективная сушка, биологически-активные вещества, витамины.

Для цитирования: Скоморохова А.И., Завьялов А.А., Родионов Ю.В., Зорин А.С. Разработка режима вакуумной сушки перца сорта «Ласточка» // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 23–28.

Development of the mode of vacuum drying pepper grade «Lastochka»

Skomorokhova A.I., Zavyalov A.A., Rodionov Yu.V., Zorin A.S.

Abstract. The article examined the chemical composition of the Swallow pepper, its nutritional value. The presence of macro- and microelements in pepper, in particular potassium, silicon, phosphorus, zinc, iodine, manganese and others, allows it to participate in a number of processes: the production of functional, dietary and therapeutic nutrition, accelerates metabolism, improves brain performance and others. Functional food with the addition of pepper allows drying. Also, with its help, its storage and transportation is facilitated. The article compares a two-stage convective vacuum-pulse drying and convective drying. The first consists of two stages - convective and pulsed vacuum. Convective drying in both periods was carried out on a convective dryer with a fixed layer of material. The moisture content of the end of the first period was determined using a pepper temperature curve. Both drying was carried out under gentle conditions in temperature. All things being equal, it was found that two-stage convective vacuum-pulse drying is 1.8 times faster than convective drying. This improves the quality of the dried material, as well as reduces energy consumption.

Keywords: grade pepper «Lastochka», two-stage convective vacuum-pulse drying, convective drying, biologically active substances, vitamins.

For citation: Skomorokhova A.I., Zavyalov A.A., Rodionov Yu.V., Zorin A.S. Development of the mode of vacuum drying pepper grade «Lastochka». Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 23–28. (In Russ.).

Введение

Сладкий перец принадлежит семейству пасленовых. Он содержит множество витаминов и питательных элементов, полезных человеку. В частности, среди овощей перец занимает шестое место по содержанию пинорезинола – 1мг/100 г; третье место по содержанию филлоквинона – 4,9–21,4

Рис. 1. Перец сорт «Ласточка»

мкг/100 г, ларицирезинола – 164 мг/100 г и лютеолина – 0,63 мг/100 г; второе место по содержанию пантотеновой кислоты – 0,319 мг/100 г (по сырой массе), α-каротина – 59 мг/100 г и полиненасыщенных кислот – 0,156 г/100 г; первое место по содержанию аскорбиновой кислоты – 146 мг/100 г и жирных насыщенных кислот – 0,07 мг/100 г [1].

Сорт перца «Ласточка» (рисунок 1) был выведен в семидесятых годах и по сегодняшний день пользуется огромной популярностью. Его главное преимущество – возможность выращивания в любых климатических условиях. Данный сорт способен переносить перепады температуры и не требует повышенного внимания во время выращивания. Плоды крупные, каждый до 100 г с толщиной стенок до 7 мм и средней длиной до 10 см. Срок созревания среднеранний (около 116 дней при благоприятных условиях), а урожай может составлять 6–7 кг с 1 м^2.

Как и все болгарские перцы, сорт «Ласточка» богат витамином С, фолиевой кислотой, калием, фосфором. Этот перец полезно принимать в пищу людям, страдающим сердечнососудистыми заболеваниями, и можно есть страдающим сахарным диабетом. В плодах не содержится сахароза, углеводы данного перца – фруктоза.

Наличие с составе витамина А способствует улучшению состояния волос и кожи, особенно полезно употреблять перцы красного цвета. А фолаты, витамин Е и С обладают антиоксидантным действием, предотвращая рак и старение. При этом, данных веществ больше в плодах зеленого цвета. Подробный химический состав перца приведен в таблице 1 [2].

Анализ пищевой ценности перца сорта «Ласточка» приведен в таблице 2. Он показывает содержание нутриентов и их суточная норма в ккал.

Для увеличения срока хранения, удобства транспортирования, расширения ассортимента использования перец необходимо сушить. Сушеный перец можно применять в различных блюдах от супов до гарниров, а измельченный в порошок перец используется в качестве приправы для уси-

Таблица 1 – Химический состав перца сорта «Ласточка»

Пищевое вещество	Содержание, мг/100г
Витамины	
Витамин А	0,333
бета Каротин	2
Тиамин	0,1
Рибофлавин	0,08
Холин	5,6
Пантотеновая кислота	0,317
Пиридоксин	0,5
Фолаты	0,017
Аскорбиновая кислота	250
Альфа токоферол	0,67
филлохинон	0,005
Витамин РР	0,979
Ниацин	1
Микроэлементы	
Бор	0,015
Железо	0,6
Йод	0,003
Кобальт	0,003
Литий	0,087
Марганец	0,16
Медь	0,1
Молибден	0,005
Никель	0,005
Селен	0,000
Фтор	0,007
Хром	0,006
Цинк	0,44
Макроэлементы	
Калий	163
Кальций	8
Кремний	22
Магний	7
Натрий	2
Сера	9,9
Фосфор	16
Хлор	19

Таблица 2 – Пищевая ценность перца сорта «Ласточка»

Нутриент	Количество	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал
Калорийность	22 ккал	1,3	5,9
Белки	1,2 г	1,6	7,3
Жиры	0,1 г	0,2	0,9
Углеводы	4,8 г	2,2	10

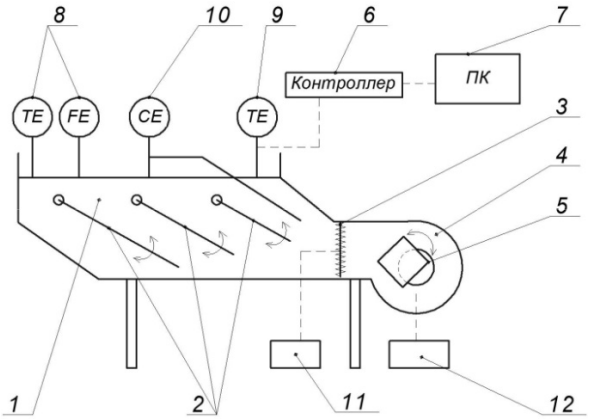


Рис. 2. Схема конвективной лотковой сушилки с неподвижным слоем растительного материала:
1 – корпус ; 2 – заслонки регулирования равномерности потока теплоносителя (воздуха); 3 ТЭНы; 4 – газодувка; 5 – задвижка; 6 - контроллер; 7 – ЭВМ; 8 – термоанемометр , включающий датчик скорости и температуры теплоносителя; 9 – мультиметр, включающий датчик температуры материала; 10 – датчик влагосодержания; 11 – регулятор мощности; 12 – частотный преобразователь тока

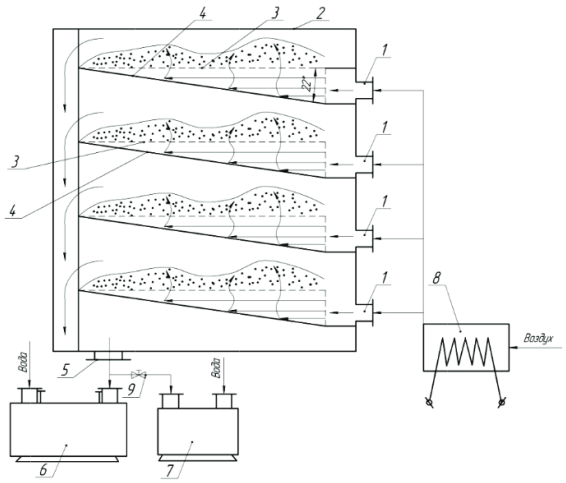


Рис. 3. Схема конвективной вакуум-импульсной сушилки растительных материалов:
1 – штуцер входной; 2 – корпус вакуумного шкафа; 3 – лоток ; 4 – направляющий лист ; 5 – выходной штуцер;6 –двухступенчатый ЖВН; 7 –одноступенчатый ЖВН с автоматически регулируемым нагнетательным окном; 8 – ТЭН; 9 – вентиль

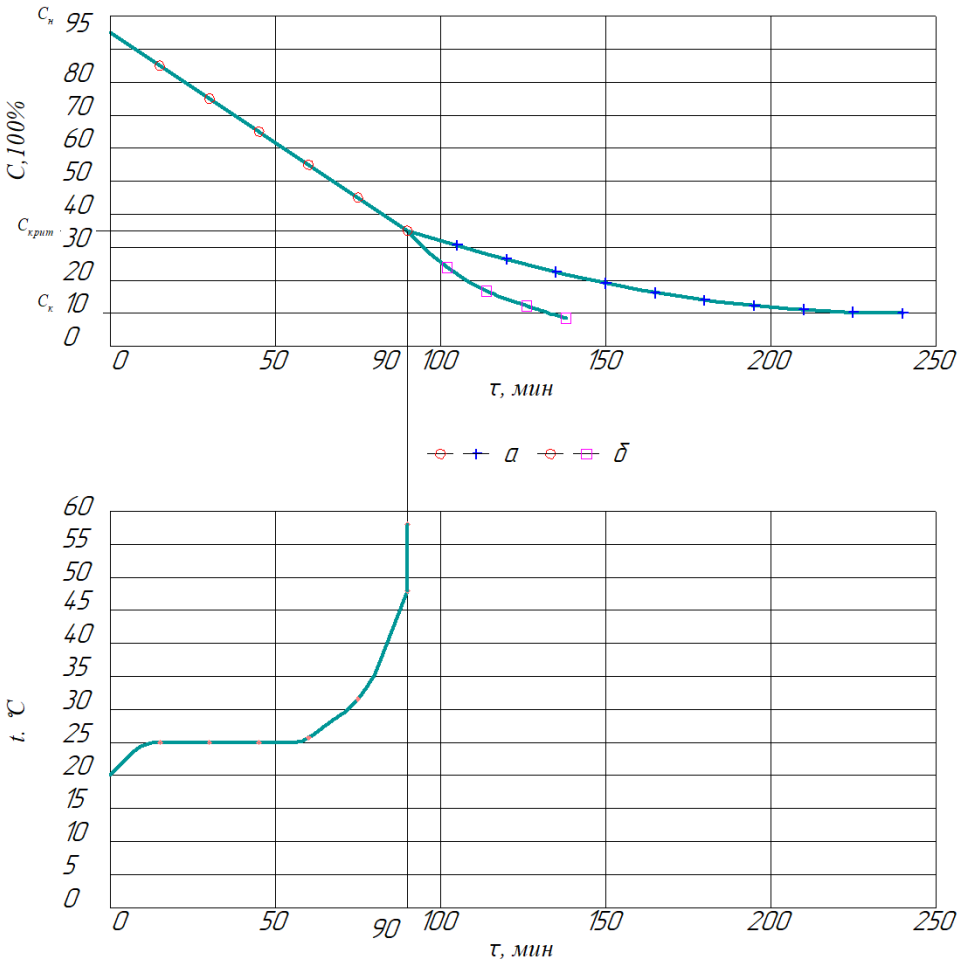


Рис. 4. Кривые сушки и температуры первого периода сушки перца сорта «Ласточка»:
а) 1 ступень – конвективная лотковая сушилка: температура теплоносителя 65°С, скорость теплоносителя 2.5 м/с, влажность в помещении 40% до критического влагосодержания конца первого периода 35%; 2 ступень – конвективная лотковая сушилка: температура теплоносителя 58°С, скорость теплоносителя 2.5 м/с, влажность в помещении 40%
б) 1 ступень – конвективная лотковая сушилка: температура теплоносителя 65°С, скорость теплоносителя 2.5 м/с, влажность в помещении 40% до критического влагосодержания конца первого периода 35%; 2 ступень – конвективная вакуум-импульсная сушилка: температура теплоносителя 58°С, скорость теплоносителя 2.5 м/с, влажность в помещении 40%

Таблица 3 – Качество сладкого перца в зависимости от способов сушки

Показатели качества	До сушки	После сушки	
		Конвективная сушка	ДКВИ-сушка
Сухие вещества, %	9,1	89,3	91,4
Антиоксидантная активность, мг рутина в 100 г водного экстракта*	116,4	164,7	185,6
Пищевые волокна, %	1,9	10,6	11,7
Сумма усвояемых углеводов, %	4,8	27,3	29,5
Органические кислоты, %	0,1	0,4	0,5
Витамин С, мг/%*	215	109,4	253,5
Каратин, мкг/%	1450	5660	6810
Белок, мг/%	1,3	4,2	6,6
Общее количество золы, %	0,6	3,54	3,63

* - данные получены при участии сотрудников ВНИИ овощеводства

ления вкуса и обогащения ежедневного рациона витаминами и минералами. Для максимального сохранения биологически активных веществ (БАВ) необходимо осуществлять сушку при температуре менее 60°С во втором периоде сушки и наименьшем времени [3].

Целью работы являлось определение оптимального режима двухступенчатой конвективно-вакуумной сушки и его сравнение с аналогичным режимом конвективной сушки перца сорта «Ласточка» и влияния режимов на качество данного сушеного перца.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования данной работы являлся технологический процесс сушки перца сорта «Ласточка» в двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушке (ДКВИС) и в конвективной сушке. Предметом исследования явились закономерности процесса сушки перца сорта «Ласточка» в приведенных способах сушки.

Методами исследования являлись закономерности тепло- и массообмена, указанные в литературе [4] и порядок выполнения эксперимента [5].

Исследования проводились в лабораториях ФГБОУ ВО «МичГАУ» кафедра «Технологии хранения и переработки продукции растениеводства» и ФГБОУ ВО «ТГТУ» кафедра «Теория механизмов машин и деталей механизмов».

Исследовались два способа сушки – конвективный и двухступенчатый конвективный вакуумно-импульсный (ДКВИ) [6–10], которые проводились в сушилках, представленных на рисунках 2 и 3 [11].

Первая ступень ДКВИ сушки и вся конвективная сушка проводились в конвективной сушилке. Установка состоит из конвективной лотковой сушильной установки (рисунок 2). Теплоносителем в ней является воздух, параметры которого варьировались от 1 до 2,5 м/с по скорости и от 40 до 65°С по температуре в первом периоде и 40-75°С во втором периоде сушки. Влажность воздуха в помещении составляла 40%. Нарезка перца осуществлялась кольцами условным их размером, квадратного сечения по 5 мм.

Результаты и их обсуждение

Анализ экспериментальных исследований, указанных на кривой сушки и температуры (рисунок 4) позволил определить конец первого периода удаления влаги перца «Ласточка», который составил 35% влагосодержания и 90 минут времени при температуре теплоносителя (воздуха) 65°С, скорости теплоносителя 2,5 м/с, влажности воздуха в помещении не более 60%, определяемых термоанемометром и влагометром.

Далее сушка осуществлялась по двум направлениям:

1) продолжалась в лотковой сушилке неподвижного слоя до влажности 11% при температуре теплоносителя 58°С, той же скорости 2,5 м/с в течение 155 минут, общее время в конвективной сушилке данного процесса составило 240 минут;

2) второй период осуществлялся в вакуумном шкафу по 3 минуты продувки и 3 минуты выдержки под вакуумом в течение 8 циклов. Время второй ступени 48 минут, общее время сушки ДКВИС в этом случае составило 138 минут, это говорит о том, что ДКВИС на 42% при прочих равных условиях эффективнее сушки в конвективной лотковой сушилке неподвижного слоя. В ДКВИС по органолептическим и физико-химическим показателям наиболее значимые результаты получены по сохранению антиоксидантной активности, суммы усвояемых углеводов, витамина С, каротина и белка.

Развариваемость и набухаемость данного сорта при использовании ДВКИ сушки составила – 2-3 минуты и 5 минут соответственно.

Из таблицы 3 следует, что применение ДКВИС обеспечивает получение на выходе более качественного продукта по всем приведенным показателям.

Выводы

В работе определен химический и биологический состав перца «Ласточка», его необходимость для питания населения РФ.

Установлено влагосодержание конца его первого периода в конвективной вакуум-импульсной сушилке составило 35% при температуре теплоносителя 65°С, скорости теплоносителя 2.5 м/с, влажности в помещении 40%. Выявлено, что при равных условиях ДКВИС на 42% эффективнее конвективной сушки.

Выявлено, что качество сушеного перца при ДКВИС выше чем при конвективной сушке по таким показателям как содержание антиоксидантной и органической кислот, количество пищевых волокон, витамина С, каратина, белка, а также по величине суммы усвояемых углеводов.

Список литературы

[1] Синха Н.К. Настольная книга производителя и переработчика плодоовощной продукции / Н.К. Синха, И.Г. Хью. (ред.) Пер. с англ. СПб.: Профессия, 2014. С. 912, табл., ил.

[2] Мой здоровый рацион [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://health-diet.ru, свободный.

[3] United States standards for grades of sweet peppers for processing / USDA. USDA: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 1977. Режим доступа: https://fdc.nal.usda.gov/, свободный.

[4] Попова И. В. Совершенствование технологии и средств сушки овощного сырья: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н.: специальность 05.20.01 / Попова Ирина Викторовна. Мичуринск, 2009. 18 с.: ил.

[5] Родионов Ю.В. Повышение эффективности и эксплуатационных характеристик двухступенчатых жидкостнокольцевых вакуум-насосов: дис. канд. техн. наук: 05.04.09; Защищена 14.06.00; Утв. 10.11.00. Тамбов; ТГТУ, 2000. С. 135.

[6] Скрипников Ю.Г. Инновационные технологии сушки растительного сырья / Ю.Г. Скрипников, М.А. Митрохин, Е.П. Ларионова, Ю.В. Родионов, А.С. Зорин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского 2012 №3 (41) С. 371-376.

[7] Попова И.В. Условия комбинированной конвективной вакуум-импульсной сушки растительных продуктов / И.В. Попова, Ю.В. Родионов, С.А. Щербаков, В.М. Дмитриев, В.Г. Однолько, С.С. Хануни // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского 2008. №4 (14). Том 2. С. 21-25.

[8] Воробьев, В.Б. Энергоэффективность двухступенчатой сушки растительного сырья / В.Б. Воробьев, А.М. Климов, Ю.В. Родионов, В.А. Преображенский, Д.В. Скворцов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2011. №3. С. 361-365.

[9] Иванова И.В. Вакуумная техника и технологии в производстве продуктов питания функционального назначения / И.В. Иванова, Е.П. Иванова, Ю.В. Родионов, Н.Н. Мочалин // Инновационныетехнологиивпроизводствефункциональныхпродуктовпитания: Всерос. науч.-практ. конф., Мичуринск, 16 18 дек. 2014. Мичуринск. гос. аграрн. университет. Мичуринск, 2014. С. 76 82.

[10] Воробьев В.Б. Энергоэффективность двухступенчатой сушки растительного сырья / В.Б. Воробьев, А.М. Климов, Ю.В. Родионов, В.А. Преображенский, Д.В. Скворцов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2011. № 3 (34). С. 361-365.

[11] Иванова Э.С. Исследование процесса сушки топинамбура / Э.С. Иванова, А.И. Скоморохова, В.А. Кольцов, Ю.В. Родионов, В.П. Капустин, Д.В. Никитин // Наука в центральной России. Тамбов, 2019. №2 (38). С. 77-85.

References

[1] Sinha N.K., Hugh I.G. Handbook of the producer and processor of fruits and vegetables (Ed.) Transl. from English, St. Petersburg, Profession, 2014. 912 p.

[2] Moj zdorovyj racion (My healthy diet) Available at: https: health-diet.ru, free.

[3] United States standards for grades of sweet peppers for processing / USDA. – USDA: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 1977. – Access mode: https://fdc.nal.usda.gov/ (accessed 15 October 2019)

[4] Popova I.V. Sovershenstvovanie tehnologii i sredstv sushki ovoshhnogo syr'ja: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni k.t.n. [Improving the technology and means of drying vegetable raw materials: abstract of a dissertation for the degree of candidate of technical science]. Michurinsk, 2009. 18 p.

[5] Rodionov Yu.V. Povyshenie jeffektivnosti i jekspluatacionnyh harakteristik dvuhstupenchatyh zhidkostnokol'cevyh vakuum-nasosov: dis. kand. tehn. nauk [Improving the efficiency and operational characteristics of two-stage liquid ring vacuum pumps: dis. Cand. tech. sciences]. Tambov, 2000. 135 p.

[6] Skripnikov Yu.G., Mitrokhin M.A., Larionova E.P., Rodionov Yu.V., Zorin A.S. Innovacionnye tehnologii

sushki rastitel'nogo syr'ja [Innovative Technologies for Drying Plant Raw Materials]. Questions of modern science and practice, 2012, no. 41 pp. 371-376.

[7] Popova I.V., Rodionov Yu.V., Shcherbakov S.A., Dmitriev V.M., Odnolko V.G., Hanuni S.S. Uslovija kombinirovannoj konvektivnoj vakuum-impul'snoj sushki rastitel'nyh produktov [Conditions for combined convective vacuum-pulse drying of plant products]. Questions of modern science and practice, 2008, no. 4 (14), vol. 2, pp. 21-25.

[8] Vorobiev V.B., Klimov A.M., Rodionov Yu.V., Preobrazhensky V.A., Skvortsov D.V. Jenergojeffektivnost' dvuhstupenchatoj sushki rastitel'nogo syr'ja [Energy Efficiency of Two-Stage Drying of Plant Raw Materials]. Questions of modern science and practice, 2011. no. 3, pp. 361-365.

[9] Ivanova I.V., Ivanova E.P., Rodionov Yu.V., Mochalin N.N. Vakuumnaja tehnika i tehnologii v proizvodstve produktov pitanija funkcional'nogo naznachenija [Vacuum equipment and technologies in the production of functional food products]. Innovative technology in the production of functional foods, 2017. pp. 76-82.

[10] Vorobiev V.B., Klimov A.M., Rodionov Yu.V., Preobrazhensky V.A., Skvortsov D.V. Jenergojeffektivnost' dvuhstupenchatoj sushki rastitel'nogo syr'ja [Energy Efficiency of Two-Stage Drying of Plant Raw Materials]. Questions of modern science and practice, 2011, no. № 3 (34) pp. 361-365.

[11] Ivanova E.S., Skomorokhova A.I., Koltsov V.A., Rodionov Yu.V., Kapustin V.P., Nikitin D.V. Issledovanie processa sushki topinambura [Investigation of the drying process of Jerusalem artichoke]. Science in Central Russia, 2019, no. 2 (38) pp. 77-85.

Сведения об авторах	**Information about the authors**
Скоморохова Анастасия Игоревна студент кафедры «Механика и инженерная графика» 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** student of the department «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University **Phone:** +7(475) 263-04-59 **E-mail:** nasta373@mail.ru
Завьялов Александр Александрович магистрант кафедры «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 **Тел.:** +7(475) 263-04-59 **E-mail:** tmm-dm@mail.nnn.tstu.ru	**Zavyalov Alexander Alexandrovich** undergraduate of the department «Mechanics and engineering graphics» Tambov State Technical University **Phone:** +7(475) 263-04-59 **E-mail:** tmm-dm@mail.nnn.tstu.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
Зорин Александр Сергеевич директор ООО «З-лайн» ООО «З-лайн» 393251, Тамбовская область, город Рассказово, Шмаковская улица, 88 **Тел.:** +7(910) 655-53-53 **E-mail:** zorin619@bk.ru	**Zorin Alexander Sergeevich** director LLC «Z-line» LLC «Z-line» **Phone:** +7(910) 655-53-53 **E-mail:** zorin619@bk.ru

УДК 664.769

Влияние содержания белка и условий экструзии на физические свойства экструдатов

Фролов Д.И., Кудрина А.Н.

Аннотация. С развитием технологии экструзии особое внимание уделяется обогащению экструдированных продуктов различными ингредиентами, такими как белки, пищевые волокна или биологически активные соединения. Физические и сенсорные свойства экструдатов сильно зависят от добавления ингредиентов, богатых белками или клетчаткой. Параметры экструзии, такие как температура, скорость шнека и содержание воды, имеют решающее значение для получения приемлемого продукта. В этой статье представлен обзор исследований и достижений в области использования различного сырья, улучшающего пищевую ценность экструдированных пищевых продуктов.

Ключевые слова: экструзия, экструдат, белок, пищевые волокна.

Для цитирования: Фролов Д.И., Кудрина А.Н. Влияние содержания белка и условий экструзии на физические свойства экструдатов // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 29–35.

Effect of protein content and extrusion conditions on the physical properties of extrudates

Frolov D.I., Kudrina A.N.

Abstract. With the development of extrusion technology, special attention is paid to the enrichment of extruded products with various ingredients, such as proteins, dietary fiber or biologically active compounds. The physical and sensory properties of the extrudates are highly dependent on the addition of protein or fiber rich ingredients. Extrusion parameters, such as temperature, screw speed and water content, are critical to obtaining an acceptable product. This article provides an overview of research and advances in the use of various raw materials that improve the nutritional value of extruded foods.

Keywords: extrusion, extrudate, protein, dietary fiber.

For citation: Frolov D.I., Kudrina A.N. Effect of protein content and extrusion conditions on the physical properties of extrudates. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 29–35. (In Russ.).

Введение

Экструзия представляет собой термомеханическую обработку, которая объединяет несколько операций, включая смешивание, замешивание, резку, транспортировку, нагрев, охлаждение, формование, частичную сушку или вспучивание, в зависимости от используемого материала и оборудования. Пищевые экструдеры относятся оборудованию, способному выполнять приготовление пищи под высоким давлением. Это играет положительную роль, так как воздействие высоких температур в течение короткого времени ограничит нежелательные эффекты денатурации на белки, аминокислоты, витамины, крахмал и ферменты. Наиболее используемым сырьем в процессе экструзии являются материалы на основе крахмала и белка, которые формируют структуру экструдированных продуктов. Большинство продуктов, таких как сухие завтраки, закуски и печенье, получают из крахмала, в то время как белок используется для производства продуктов с характеристиками, которые используются в качестве полной или частичной замены мяса в готовых блюдах и сушеных продуктах. Экструдированные продукты состоят в основном из зерновых, крахмалов и / или растительных белков. Основная роль этих ингредиентов состоит в том, чтобы придать структуру, текстуру, ощущение во рту, объем и многие другие характеристики, требуемые для конкретных готовых продуктов. Хотя кукурузный крахмал обеспечивает все возможности для производства высокоприемлемых экструдированных закусочных продуктов, его пищевая ценность дале-

ка от удовлетворения потребностей потребителей, заботящихся о своем здоровье.

Функциональная пища представляет собой свежую или обработанную пищу, которая обладает свойством, способствующим укреплению здоровья и / или профилактике заболеваний, помимо основной функции поставки питательных веществ. Эти продукты могут помочь предотвратить заболевание, снизить риск развития заболевания или укрепить здоровье. Функциональные продукты также могут быть полезны для повышения доступности питательных веществ путем предоставления определенных пищевых компонентов в пищевых продуктах, которые повысят их доступность и вкусовые качества по сравнению с теми, которые обычно потребляются. Функциональные продукты представляют собой одну из самых интересных областей исследований и инноваций в пищевой промышленности. Экструзия является гибкой в производстве новых продуктов, таких как зерновые детские продукты, сухие завтраки, закуски, хлебобулочные изделия или макаронные изделия. Чтобы объединить потребность в готовых к употреблению продуктах и потребность в потреблении ценных продуктов, в экструдированные смеси добавляются полезные ингредиенты.

Актуальным вопросом является то, готовы ли потребители принимать функциональные продукты, которые на вкус хуже, чем соответствующие обычные продукты, и если да, то каков их профиль и каковы факторы, определяющие их готовность идти на компромисс по вкусу. Добавление в крахмал альтернативных ингредиентов с высоким содержанием клетчатки и высоким содержанием белка значительно влияет на текстуру, расширение и общую приемлемость экструдированных закусок. Экструдированные продукты могут способствовать снижению веса, добавляя в продукты диетическое волокно и устойчивый крахмал, или могут влиять на здоровье сердца, добавляя антиоксиданты и минимизируя жир, или могут способствовать иммунной защите путем добавления инулина и молочного белка.

Целью данной работы является обзор исследований, охватывающих различные аспекты обогащения экструдатов, с акцентом не только на улучшение питания, но также на физические и сенсорные свойства экструдатов.

Улучшение содержания белка в экструдатах

Сырье, обычно используемое для экструзии, содержит значительные количества белка, которые варьируются от 6% до 10% в различных видах муки, таких как ячменная, кукурузная, рисовая, ржаная и пшеничная мука. Соевые и сывороточные белки используются для обогащения белков экструдатов.

Питательная ценность белка зависит от количества, усвояемости и наличия незаменимых аминокислот. Перевариваемость считается важнейшим фактором, определяющим качество белка у взрослых. Пищевая ценность растительных белков обычно повышается благодаря мягким условиям экструзии, благодаря увеличению усвояемости. Вероятно, это является результатом денатурации белка и инактивации ингибиторов ферментов, присутствующих в сырой растительной пище. Дисульфидные связи участвуют в стабилизации нативных третичных конфигураций большинства белков. Их разрушение во время экструзии способствует разворачиванию белка и, таким образом, усвояемости. Дисульфидные связи разрушаются и реформируются, а новые электростатические и гидрофобные взаимодействия способствуют образованию агрегатов. Агрегация субъединиц соевого белка в экструдированных образцах показала, что гидрофобные взаимодействия, водородные связи, дисульфидные связи и их взаимодействия в совокупности удерживают структуру экструдата. Увеличение содержания влаги в пище может увеличить взаимодействия между дисульфидными связями и водородными связями, а также между дисульфидными связями и гидрофобными взаимодействиями, снизить степень агрегации и разницу в белок-белковых взаимодействиях и белковых субъединицах между различными зонами в экструдере. Увеличение удельной механической энергии может увеличить степень распада агрегатов соевого белка и увеличить долю меньшей фракции, что указывает на то, что белок был диссоциирован / деполимеризован механическим сдвигом при экструзионной варке [1].

Одним из основных препятствий в использовании культур, богатых белком, является наличие ряда антипищевых соединений, в частности ингибитора трипсина, фитиновой кислоты и дубильных веществ. Экструзионная варка является одним из эффективных методов инактивации ингибитора трипсина и других антинутриентных веществ в пищевых продуктах [2].

Добавление соевого белка и белков других бобовых

В настоящее время происходит переоценка диетического потребления семян бобовых. Соевые белки широко используются в качестве функционального ингредиента во многих обработанных пищевых продуктах из-за их способности образовывать гели с высокими пищевыми, сенсорными и физиологическими качествами. Использование растительных белков, таких как соевый белок, вместо животных белков является более дешевой и более жизнеспособной стратегией вмешательства для снижения риска ишемической болезни сердца [3]. Исследования на животных и людях показали, что присутствие сои в рационе улучшает здоровье сердечно-сосудистой системы и оказывает особенно благоприятное воздействие на людей с повышенным содержанием липопротеинов низкой плотности и гиперлипидемией [4].

Соевые бобы содержат примерно 42% белков, 20% липидов, 33% сахаридов и 5% золы в сухом виде [5]. Важным вопросом является то, делает ли добавление соевых белков физические и сенсорные свойства экструдатов допустимыми для потребления. Обогащение зерновых закусок соей, естественно, оказывает положительное влияние на химические свойства. С другой стороны, это негативно влияет на физические и, следовательно, сенсорные характеристики. Некоторые примеры приведены в таблице 1. Добавление сои в экструзионную смесь привело к плохой текстуре продукта и, как следствие, к снижению восприятия потребителем. Пористая текстура и хрупкость образцов были улучшены соевой мукой.

Соевый белковый концентрат образует небольшие однородные поры в экструдированных продуктах после выдавливания из матрицы, так как соевый белковый концентрат может работать как высококачественный эмульгатор между гидрофильными и гидрофобными материалами, подвергая гидрофильные и гидрофобные группы воздействию их соответствующих фаз. Толщина стенки пор становится тоньше, когда количество соевого белкового концентрата увеличивается, а соевый белковый концентрат поглощает большое количество воды. Таким образом, логично ожидать увеличения объемной плотности экструдатов с увеличением содержания белка и влаги. Продукт высокой плотности, естественно, обеспечивает высокое разрушающее напряжение, потому что мембрана экструдатов с воздушными ячейками становится более твердой из-за высокого содержания концентрата соевого белка [6].

Роль крахмала и белков в составных составах для экструдированных закусок также следует учитывать [7]. Желатинизация крахмала при экструзионной обработке оказывает большое влияние на объемную плотность экструдатов. Низкая температура обработки снижает степень желатинизации, что приводит к малому набуханию, низкому объему и большой плотности [6]. Взаимодействия крахмала с белком также, вероятно, играют важную роль в воздействии на расширение либо косвенно через удельную механическую энергию (УМЭ), либо непосредственно путем разрушения непрерывной матрицы крахмала и, таким образом, уменьшения растяжимости клеточных стенок. Индекс водопоглощения и индекс водорастворимости связаны со степенью фрагментации крахмала. Более высокий индекс водопоглощения указывает на наличие более крупных фрагментов крахмала, в то время как более высокий индекс водорастворимости означает, что крахмал был декстринизирован. В целом, индекс водопоглощения снижается с увеличением уровня концентрата соевого белка, главным образом из-за снижения содержания крахмала. Индекс водорастворимости, по-видимому, увеличивается с увеличением содержания соевого белка. Добавление соевого белкового концентрата также подавляло УМЭ, в частности на уровне до 10%. На этом уровне падение вязкости расплава из-за содержания липидов и волокон в концентрате соевого белка вызвало снижение УМЭ. Помимо 10% концентрата соевого белка, эффекты взаимодействия с белками оказывали повышенное влияние, противодействуя воздействию липидов и клетчатки [7].

Смешивание различных ингредиентов для получения экструдированного готового к употреблению продукта с использованием процесса экструзии затруднено. Овсяные отруби, например, имеют высокий уровень липидов и растворимой камеди. Комбинация овсяных отрубей, соевой муки и кукурузного крахмала хороша для получения экструдата с высоким содержанием клетчатки и белка, но снижает уровень крахмала в смеси, что нежелательно из-за результирующего повышения твердости. Добавление инулина показало положительное влияние на экструзию смеси. Инулин имеет низкую степень полимеризации и может оказывать смазывающий эффект, который необходим для придания смеси текучести во время экструзии [8].

Лизин является лимитирующей незаменимой аминокислотой в злаках. Экструзия системы соя-сладкий картофель может способствовать реакции Майяра и, конечно, потере лизина из-за присутствия, как восстанавливающих сахаридов, так и эпсилон-аминогруппы лизина. Потери более выражены при повышении уровня добавления сои, так как в нем больше лизина, чем в сладком картофеле. Увеличение скорости шнека увеличивает удержание лизина, возможно, из-за уменьшения времени пребывания смеси в экструдере [9]. Во время экструзии снэка на основе риса, обогащенного белком, увеличение влажности сырья и снижение температуры увеличивало удержание лизина, но лучшее расширение было при низкой влажности и высоких температурах. Интересно, что содержание белка и влаги в сырье и температура цилиндра экструдера не оказали существенного влияния на содержание цистеина и метионина [10].

Высокие температуры в экструдере и низкая влажность способствуют реакциям Майяра во время экструзии. Восстанавливающие сахариды, в том числе образующиеся при сдвиге крахмала и сахарозы, могут реагировать с лизином, тем самым снижая пищевую ценность белка.

Включение дисахаридов в составы на основе сои для экструзии приводит к снижению значений УМЭ, и цвет продукта меняется в зависимости от используемого дисахарида.

Мало что известно о влиянии концентрата соевого белка и кислотно-гидролизованных растительных белков в качестве ингредиентов на запах экструдированных продуктов на основе зерновых. Сохранение соединений, ответственных за эти запахи ингредиента, может повлиять на приемлемость конечного продукта. Кроме того, взаимодействие зерновой основы с нелетучими компонентами, такими как аминокислоты и жирные кислоты,

во время экструзии может привести к образованию дополнительных запахов.

Бобовые – дешевый и ценный потенциальный источник белка хорошего качества. Питательная ценность белков бобовых низка по сравнению с белками животных. Это связано с плохой усвояемостью, дефицитом серных аминокислот и наличием антипитательных соединений. Экструзионная варка бобовых культур позволяет снизить антипищевые факторы и, следовательно, улучшает качество питания при меньших затратах, благодаря более эффективному использованию энергии. Экструзионная варка бобовых, таких как фасоль, горох, нут и фасоль, улучшает усвояемость белка in vitro, повышает доступность фосфора, снижает содержание танинов и полифенолов и устраняет ингибиторы трипсина и β-амилазы. Обработка вымоченных бобовых культур экструзией при 140 или 180 °C при влажности 22% улучшает питательную ценность бобовых. Экструзионная варка представляет особый интерес для включения «трудно перерабатываемых» бобов в зерновые культуры. Смесь качественной протеиновой кукурузы и «трудно перерабатываемых» бобов (60: 40) была экструдирована при 155 °C, 170 °C и 185 C и влажности 155 г/кг, 175 г/кг и 195 г/кг. Повышенная усвояемость белка наблюдалась при обеих испытанных температурах (155 °C и 170 °C). Доступное содержание лизина снизилось на 17,3% при 155 °C и на 26,9% при 170 °C [14]. Химический состав злаковых смесей зависит также от типа злаков. Например, изменения в содержании лейцина и валина зависят от типа злаков: в образцах кукурузы содержание лейцина было выше, чем в образцах риса, но добавление диких бобовых не оказало значительного влияния. С другой стороны, изменения в содержании лизина зависят как от типа злаков, так и от типа бобовых. Образцы риса показали более высокие значения лизина, чем образцы кукурузы, и добавление бобовых значительно увеличило содержание лизина [15].

Добавление сывороточного белка в экструдаты

Сывороточные белки представляют собой глобулярные молекулы со значительным содержанием мотивов α-спирали, в которых кислотные / основные и гидрофобные / гидрофильные аминокислоты распределены довольно сбалансированным образом вдоль их полипептидных цепей. Различные белки в молочной сыворотке в порядке их содержания – β-лактоглобулин, α-лактальбумин, протеоза, пептон, иммуноглобулины, бычий сывороточный альбумин, лактоферрин и лактопероксидаза. β-лактоглобулин более чувствителен к экструзионной обработке, чем α-лактальбумин, особенно с повышенным содержанием влаги. Эти белки обладают многими биологическими активностями: профилактика рака, повышение уязвимости опухолевых клеток, антимикробная активность и иммуномодуляция [16]. Сывороточные белки и аминокислотные добавки занимают сильные позиции на рынке спортивного питания, основываясь на предполагаемом качестве белков и аминокислот, которые они обеспечивают. Несколько исследований подтверждают идею о том, что для стимуляции синтеза мышечного белка необходимы только незаменимые аминокислоты, и предполагают, что белки, которые обеспечивают большую часть этих аминокислот, будут эффективными для стимулирования роста мышц [17]. Сывороточный белок не только является хорошим источником аминокислот, но и богатым источником биологически активных пептидов, образующихся при его переваривании. Пептиды короче четырех остатков могут пересекать межклеточные соединения и достигать кровотока, тогда как более крупные пептиды могут транспортироваться через транспортную систему, опосредованную транспортерами пептидов [18].

Тенденция к диете с высоким содержанием белка и низким содержанием сахаров может способствовать увеличению использования сывороточного белка. Экструдированный сывороточный белок обладает уникальными свойствами в качестве пищевого ингредиента, он более поддается введению в пищевые продукты.

Содержание влаги в смесях концентрата белка молочной сыворотки также влияет на расширение. Особенно твердые экструдаты, полученые при водопоглощении 14,3 л/ч, когда уровни концентрата сывороточного белка составляли 15% и 22,5%. Эти образцы показали неравномерное распределение воды и белков после экструзии, поскольку регулярная структура кукурузной муки, воды и белков не могла быть сформирована [19]. Влияние экструзионной обработки на расширение экструдата в значительной степени зависит от муки, и свойства экструдата, как правило, непредсказуемы, когда молочные белки включены в муку. Исследователи показали, что замена концентрата сывороточного белка (250 г/кг и 500 г/кг) на кукурузную, картофельную или рисовую муку уменьшает расширение, но в некоторых более ранних работах сообщалось, что замена концентрата сывороточного белка (200 г/кг) для рисовой муки увеличило расширение экструдата. Тот же автор показал, что, уменьшая влажность, удельная механическая энергия увеличивалась, что увеличивало расширение продукта. Отрицательные текстурные показатели, связанные с включением сывороточных продуктов, можно значительно улучшить, добавив клетчатку из пшеничных отрубей по 125 г/кг. Добавление клетчатки улучшило УМЭ наряду с улучшением качественных характеристик продукта [20].

Размер частиц также влияет на экструзию смесей сывороточного белка. Использование фракций кукурузной муки, которые приближались к размеру частиц добавленного концентрата сывороточного белка, приводило к увеличению вязкости в экструдере, что увеличивало степень расширения

и пористость готового продукта. При температуре 105–130 °С, скорости шнека 31,4 рад/с и влажности 8,5% расширение наименьшей фракции (<250 мкм) было эквивалентно или больше, чем экструдат, полученный из одной кукурузной муки [21].

Общий цвет экструдатов имеет тенденцию к коричневатому с увеличением содержания сывороточного белка. Известно, что основной причиной разницы в цвете является реакция Майяра между восстанавливающими сахаридами (лактозой, декстринизированным крахмалом) и сывороточными белками. Добавление сывороточных продуктов на 25% в кукурузную, картофельную и рисовую муку приводило к увеличению общей цветовой разницы; добавление сывороточных продуктов на 50% осветляло цвет [22].

Выводы

Обогащение экструдированных продуктов питательно-ценными ингредиентами практикуется все чаще. Включение ингредиентов, богатых белковыми или волокнистыми волокнами, влияет на физические свойства экструдатов, но это влияние не может быть обобщено, поскольку оно сильно зависит от злаков и используемого дополнительного материала. Оптимизация параметров процесса, таких как температура, содержание влаги или скорость шнека, является ключом к разработке питательных экструдированных продуктов с положительным восприятием потребителем. Хотя в этом обзоре обобщены результаты многих исследований по этой теме, от исследований до коммерческого производства такого рода продуктов еще далеко.

Список литературы

[1] Fang, Y. Zhang, B. Wei, Y. Li, S.: Effects of specific mechanical energy on soy protein aggregation during extrusion process studied by size exclusion chromatography coupled with multi-angle laser light scattering. Journal of Food Engineering, 115, 2013, pp. 220–225. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2012.10.017.

[2] van den Haut, R. Jonkers, J. van Vilet, T. van Zuilchem, D. J. van ‘T Riet, K.: Influence of extrusion shear forces on the inactivation of trypsin inhibitors in soy flour. Food and Bioproducts Processing, 76, 1998, pp. 155–161. DOI: 10.1205/096030898531972.

[3] Girgih, A. T. Myrie, S. B. Aluko, R. E. Jones, P. J. H.: Is category A status assigned to soy protein and coronary heart disease risk reduction health claim by the United States Food and Drug Administration still justifiable? Trends in Food Science and Technology, 30, 2013, pp. 121–132. DOI: 10.1016/j.tifs.2012.12.003.

[4] Wang Y. Jones, P. J. H. Ausman, L. M. Lichtenstein, A. H.: Soy protein reduces triglyceride levels and triglyceride fatty acid fractional syn- thesis rate in hypercholesterolemic subjects. Atherosclerosis, 173, 2004, pp. 269–275. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2003.12.015.

[5] Zhang, J. Mungara, P. Jane, J.: Mechanical and thermal properties of extruded soy protein sheets. Polymer, 42, 2001, pp. 2569–2578. DOI: 10.1016/S0032-3861(00)00624-8.

[6] Yu, L. Ramaswamy, H. S. Boye, J.: Protein rich extruded products prepared from soy protein isolate-corn flour blends. LWT–Food Science and Technology, 50, 2013, pp. 279–289. DOI: 10.1016/j. lwt.2012.05.012.

[7] De Mesa, N. J. Alavi, S. Singh, N. Shi, V. Dogan, H. Sang, Y.: Soy protein-fortified expand- ed extrudates: Baseline study using normal corn starch. Journal of Food Engineering, 90, 2009, pp. 262–270. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2008.06.032.

[8] Lobato, L. P. Anibal, D. Lazaretti, M. M. Grossman, M. V. E.: Extruded puffed functional ingredient with oat bran and soy flour. LWT–Food Science and Technology, 44, 2011, pp. 933–939. DOI: 10.1016/j. lwt.2010.11.013.

[9] Iwe, M. O. Zuilichem, D. J. Stolp, W. Ngoddy, P. O.: Effect of extrusion cooking of soy-sweet potato mixtures on available lysine content and browning index of extrudates. Journal of Food Engineering, 62, 2004, pp. 143–150. DOI: 10.1016/ S0260-8774(03)00212-7.

[10] Chaiyakul, S. Jangchud, K. Jangchud, A. Wuttijumnong, P. Winger, R.: Effect of extrusion conditions on physical and chemical properties of high protein glutinous rice-based snask. LWT–Food Science and Technology, 42, 2009, pp. 781–787. DOI: 10.1016/j.lwt.2008.09.011.

[11] Obatolu Veronica, A. Omueti Olusola, O. Adebowale, E. A.: Qualities of extruded puffed snacks from maize/ soybean mixture. Journal of Food Processing Engineering, 29, 2006, pp. 149–161. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2006.00054.x.

[12] Li, S. Zhang, H. Q. Jin, Z. T. Hsieh, F.: Textural modification of soya bean/corn extrudates as affected by moisture content, screw speed and soya bean concentration. International Journal of Food Science and Technology, 40, 2005, pp. 731–741.

[13] Da Costa, P. F. P. Ferraz, M. B. M. Ros Polski, V. Quast, E. Collares Queiroz, F. P. Steel, C. J.: Functional extruded snacks with lycopene and soy protein. Ciencia e Technologia de Alimentos, 30, 2010, pp. 143–151. DOI: 10.1590/S0101- 20612010005000017

[14] Ruiz-Ruiz, J. Martinez-Ayala, A. Drago, S. Gonzalez, R. Betancur-Ancona, D. Chel-Guerrero, L.: Extrusion

of a hard to cook bean (Phaseolus vulgaris L.) and quality protein maize (Zea mays L.) flour blend. LWT–Food Science and Technology, 41, 2008, pp. 1799–1807. DOI: 10.1016/j.lwt.2008.01.005.
[15] Pastor-Cavada, E. Drago, S. R. Gonzalez, R. J. Juan, R. Pastor, J. E. Alaiz, M. Vioque, J.: Effects of the addition of wild legumes (Lathyrus annuus and Lathyrus clymenum) on the physical and nutritional properties of extruded products based on whole corn and brown rice. Food Chemistry, 128, 2011, pp. 961–967. DOI: 10.1016/j. foodchem.2011.03.126
[16] Madureira, A. R. Pereira, C. I. Gomes, A. M. P. Pintado, M. E. Malcata, F. X.: Bovine whey proteins – Overview on their main biological proper- ties. Food Research International, 40, 2007, pp. 1197–1211. DOI: 10.1016/j.foodres.2007.07.005.
[17] Ha, E. Zemel, M. B.: Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. Journal of Nutritional Biochemistry, 14, 2003, pp. 251–258. DOI: 10.1016/S0955- 2863(03)00030-5.
[18] Jakubowicz, D. Froy, O.: Biochemical and metabolic mechanisms by which dietary whey protein may combat obesity and Type 2 diabetes. Journal of Nutritional Biochemistry, 24, 2013, pp. 1–5. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2012.07.008.
[19] Brnčić, M. Karlović, S. Bosiljkov, T. Tripalo, B. Ježek, D. Cugelj, I. Obradović, V.: Enrichment of extruded snack products with whey proteins. Mljekarstvo, 58, 2008, pp. 275–295.
[20] Onwulata, C. I. Konstance, R. P. Smith, P. W. Holsinger, V. H.: Co-extrusion of dietary fiber and milk proteins in expanded corn products. LWT– Food Science and Technology, 34, 2001, pp. 424–429. DOI: 10.1006/fstl.2000.0742.
[21] Onwulata, C. I. Konstance, R. P.: Extruded corn meal and whey protein concentrate: effect of particle size. Journal of Food Processing and Preservation, 30, 2006, pp. 475–487. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2005.00082.x.
[22] Onwulata, C. I. Konstance, R. P. Smith, P. W. Holsinger, V. H.: Physical properties of extruded products as affected by cheese whey. Journal of Food Science, 63, 1998, pp. 814–818. DOI: 10.1111/ j.1365-2621.1998.tb17906.x.

References

[1] Fang, Y. Zhang, B. Wei, Y. Li, S.: Effects of specific mechanical energy on soy protein aggregation during extrusion process studied by size exclusion chromatography coupled with multi-angle laser light scattering. Journal of Food Engineering, 115, 2013, pp. 220–225. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2012.10.017.
[2] van den Haut, R. Jonkers, J. van Vilet, T. van Zuilchem, D. J. van ‘T Riet, K.: Influence of extrusion shear forces on the inactivation of trypsin inhibitors in soy flour. Food and Bioproducts Processing, 76, 1998, pp. 155–161. DOI: 10.1205/096030898531972.
[3] Girgih, A. T. Myrie, S. B. Aluko, R. E. Jones, P. J. H.: Is category A status assigned to soy protein and coronary heart disease risk reduction health claim by the United States Food and Drug Administration still justifiable? Trends in Food Science and Technology, 30, 2013, pp. 121–132. DOI: 10.1016/j.tifs.2012.12.003.
[4] Wang Y. Jones, P. J. H. Ausman, L. M. Lichtenstein, A. H.: Soy protein reduces triglyceride levels and triglyceride fatty acid fractional syn- thesis rate in hypercholesterolemic subjects. Atherosclerosis, 173, 2004, pp. 269–275. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2003.12.015.
[5] Zhang, J. Mungara, P. Jane, J.: Mechanical and thermal properties of extruded soy protein sheets. Polymer, 42, 2001, pp. 2569–2578. DOI: 10.1016/S0032-3861(00)00624-8.
[6] Yu, L. Ramaswamy, H. S. Boye, J.: Protein rich extruded products prepared from soy protein isolate-corn flour blends. LWT–Food Science and Technology, 50, 2013, pp. 279–289. DOI: 10.1016/j. lwt.2012.05.012.
[7] De Mesa, N. J. Alavi, S. Singh, N. Shi, V. Dogan, H. Sang, Y.: Soy protein-fortified expand- ed extrudates: Baseline study using normal corn starch. Journal of Food Engineering, 90, 2009, pp. 262–270. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2008.06.032.
[8] Lobato, L. P. Anibal, D. Lazaretti, M. M. Grossman, M. V. E.: Extruded puffed functional ingredient with oat bran and soy flour. LWT–Food Science and Technology, 44, 2011, pp. 933–939. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.11.013.
[9] Iwe, M. O. Zuilichem, D. J. Stolp, W. Ngoddy, P. O.: Effect of extrusion cooking of soy-sweet potato mixtures on available lysine content and browning index of extrudates. Journal of Food Engineering, 62, 2004, pp. 143–150. DOI: 10.1016/ S0260-8774(03)00212-7.
[10] Chaiyakul, S. Jangchud, K. Jangchud, A. Wuttijumnong, P. Winger, R.: Effect of extrusion conditions on physical and chemical properties of high protein glutinous rice-based snask. LWT–Food Science and Technology, 42, 2009, pp. 781–787. DOI: 10.1016/j.lwt.2008.09.011.
[11] Obatolu Veronica, A. Omueti Olusola, O. Adebowale, E. A.: Qualities of extruded puffed snacks from maize/soybean mixture. Journal of Food Processing Engineering, 29, 2006, pp. 149–161. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2006.00054.x.

[12] Li, S. Zhang, H. Q. Jin, Z. T. Hsieh, F.: Textural modification of soya bean/corn extrudates as affected by moisture content, screw speed and soya bean concentration. International Journal of Food Science and Technology, 40, 2005, pp. 731–741.
[13] Da Costa, P. F. P. Ferraz, M. B. M. Ros Polski, V. Quast, E. Collares Queiroz, F. P. Steel, C. J.: Functional extruded snacks with lycopene and soy protein. Ciencia e Technologia de Alimentos, 30, 2010, pp. 143–151. DOI: 10.1590/S0101- 20612010005000017
[14] Ruiz-Ruiz, J. Martinez-Ayala, A. Drago, S. Gonzalez, R. Betancur-Ancona, D. Chel-Guerrero, L.: Extrusion of a hard to cook bean (Phaseolus vulgaris L.) and quality protein maize (Zea mays L.) flour blend. LWT–Food Science and Technology, 41, 2008, pp. 1799–1807. DOI: 10.1016/j.lwt.2008.01.005.
[15] Pastor-Cavada, E. Drago, S. R. Gonzalez, R. J. Juan, R. Pastor, J. E. Alaiz, M. Vioque, J.: Effects of the addition of wild legumes (Lathyrus annuus and Lathyrus clymenum) on the physical and nutritional properties of extruded products based on whole corn and brown rice. Food Chemistry, 128, 2011, pp. 961–967. DOI: 10.1016/j. foodchem.2011.03.126
[16] Madureira, A. R. Pereira, C. I. Gomes, A. M. P. Pintado, M. E. Malcata, F. X.: Bovine whey proteins – Overview on their main biological proper- ties. Food Research International, 40, 2007, pp. 1197–1211. DOI: 10.1016/j.foodres.2007.07.005.
[17] Ha, E. Zemel, M. B.: Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. Journal of Nutritional Biochemistry, 14, 2003, pp. 251–258. DOI: 10.1016/S0955- 2863(03)00030-5.
[18] Jakubowicz, D. Froy, O.: Biochemical and metabolic mechanisms by which dietary whey protein may combat obesity and Type 2 diabetes. Journal of Nutritional Biochemistry, 24, 2013, pp. 1–5. DOI: 10.1016/j. jnutbio.2012.07.008.
[19] Brnčić, M. Karlović, S. Bosiljkov, T. Tripalo, B. Ježek, D. Cugelj, I. Obradović, V.: Enrichment of extruded snack products with whey proteins. Mljekarstvo, 58, 2008, pp. 275–295.
[20] Onwulata, C. I. Konstance, R. P. Smith, P. W. Holsinger, V. H.: Co-extrusion of dietary fiber and milk proteins in expanded corn products. LWT– Food Science and Technology, 34, 2001, pp. 424–429. DOI: 10.1006/fstl.2000.0742.
[21] Onwulata, C. I. Konstance, R. P.: Extruded corn meal and whey protein concentrate: effect of particle size. Journal of Food Processing and Preservation, 30, 2006, pp. 475–487. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2005.00082.x.
[22] Onwulata, C. I. Konstance, R. P. Smith, P. W. Holsinger, V. H.: Physical properties of extruded products as affected by cheese whey. Journal of Food Science, 63, 1998, pp. 814–818. DOI: 10.1111/ j.1365-2621.1998. tb17906.x.

Сведения об авторах

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

Кудрина Алена Николаевна
магистрант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
E-mail: surr@bk.ru

Information about the authors

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

Kudrina Alena Nikolaevna
undergraduate of the department «Food productions»
Penza State Technological University
E-mail: surr@bk.ru

УДК 664.681.1

Применение овсяных отрубей и овощного сырья в рецептуре сдобного печенья

Шабурова Г.В., Кулькова Ю.С.

Аннотация. В соответствии с положениями Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации, одной из основных задач является приоритетное развитие научных исследований в области питания населения, разработки технологий производства, направленных на повышение качества пищевой продукции. В связи с этим большое внимание уделяется разработке новых видов продуктов питания с использованием нетрадиционного растительного сырья, богатого витаминами, макро- и микроэлементами, а также пищевыми волокнами. В статье приведены результаты исследования возможности применения овсяных отрубей и порошка мякоти тыквы в производстве песочно-выемного сдобного печенья. Изучен химический состав овсяных отрубей и порошка тыквы, как источника функциональных пищевых ингредиентов при производстве песочно-выемного сдобного печенья. Исследованы функционально-технологические показатели смеси пшеничной муки (ПМ), овсяных отрубей и порошка тыквы. Разработку рецептур мучных кондитерских изделий осуществляли на основе базовой рецептуры печенья «Листики», заменяя часть пшеничной муки высшего сорта на смесь муки овсяных отрубей и порошка мякоти тыквы. Показана возможность расширения ассортимента песочно-выемного сдобного печенья функционального назначения на основе замены 20 % пшеничной муки на муку овсяных отрубей. Применение порошка мякоти тыквы позволило сократить количество сахарной пудры в рецептуре печенья на 20 %.

Ключевые слова: печенье, отруби, тыква, рецептура, оценка качества, органолептические показатели, пищевая ценность.

Для цитирования: Шабурова Г.В., Кулькова Ю.С. Применение овсяных отрубей и овощного сырья в рецептуре сдобного печенья // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 36–41.

Application of oat bran and vegetable raw materials in the recipe of good cookies

Shaburova G.V., Kulkova Yu.S.

Abstract. In accordance with the provisions of the Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030, approved by order of the Government of the Russian Federation, one of the main tasks is the priority development of scientific research in the field of nutrition of the population, development of production technologies aimed at improving the quality of food products. In this regard, much attention is paid to the development of new types of food products using non-traditional plant materials rich in vitamins, macro- and microelements, as well as dietary fiber. The article presents the results of a study on the possibility of using oat bran and pumpkin pulp powder in the production of short-cut butter biscuits. The chemical composition of oat bran and pumpkin powder was studied as a source of functional food ingredients in the production of short-cut butter biscuits. Functional and technological parameters of a mixture of wheat flour (PM), oat bran and pumpkin powder were investigated. The development of recipes for flour confectionery products was carried out on the basis of the basic recipe for cookies “Leaves”, replacing part of the premium wheat flour with a mixture of oat bran flour and pumpkin pulp powder. The possibility of expanding the assortment of functional shortbread cookies based on the replacement of 20% wheat flour with oat bran flour is shown. The use of pumpkin pulp powder allowed us to reduce the amount of powdered sugar in the biscuit recipe by 20%.

Keywords: cookies, bran, pumpkin, recipe, quality assessment, organoleptic indicators, nutritional value.

For citation: Shaburova G.V., Kulkova Yu.S. Application of oat bran and vegetable raw materials in the recipe of good cookies. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 36–41. (In Russ.).

Введение

Целесообразность разработки рецептур обогащенных и функциональных продуктов питания обусловлена дисбалансом, дефицитом либо избытком пищевых веществ в рационе питания населения Российской Федерации.

В 2016 г. утверждена Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года № 1364-р). Одной из основных задач Стратегии является приоритетное развитие научных исследований в области питания населения, разработки технологий производства, направленных на повышение качества пищевой продукции.

Перспективным объектом обогащения с целью производства продуктов нового поколения с заданными качественными характеристиками, являются продукты систематического употребления в составе рационов питания всеми возрастными группами здорового населения. В связи с этим, модификация химического состава мучных кондитерских изделий, в частности, песочно-выемного сдобного печенья, является актуальным трендом реализации государственной политики в области здорового питания.

Эффективным направлением разработки рецептур песочно-выемного сдобного печенья функционального назначения может быть увеличение в изделии содержания белка, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ на основе замены части пшеничной муки овсяными отрубями (МОО) и порошком из мякоти тыквы (ПМТ) по сухим веществам (СВ) компонентов рецептуры.

Цель работы является разработка рецептуры песочно-выемного сдобного печенья с применением муки овсяных отрубей и порошка мякоти тыквы.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования было выбрано песочно-выемное сдобное печенье с МОО, одновременно с и ПМТ. В качестве контроля использовали сдобное печенье, приготовленное из 100 % ПМ. Все ингредиенты приобретены в торговой сети г. Пензы. Технологические показатели мучной смеси определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 26574-2017. Органолептические и физико-химические показатели мучных кондитерских изделий определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 24901-2014.

Результаты и их обсуждение

Разработку рецептур мучных кондитерских изделий осуществляли на основе базовой рецептуры печенья «Листики» (рецептура № 802) [1]. Приготовление теста осуществляли в планетарном миксере. В емкость вносили масло сливочное, сахарную пудру и взбивали в течение 10-15 мин. Далее последовательно добавляли оставшееся сырье по рецептуре (кроме муки) и перемешивали 10-12 мин. И на завершающем этапе вносили муку и перемешивали до получения однородной массы. В опытных образцах муку предварительно смешивали с МОО и ПМТ в соответствии с рецептурой.

Таблица 1 – Сравнительный анализ химического состава муки пшеничной высшего сорта, овсяных отрубей и порошка мякоти тыквы [2, 3, 4]

Наименование показателя	Мука пшеничная высшего сорта	Мука овсяных отрубей	Порошок мякоти тыквы
Массовая доля влаги, %	14	6,6	7,5
Массовая доля протеина, % СВ	10,3	17,3	12,3
Массовая доля липидов, % СВ, в т.ч.	1,1	7,03	0
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК)	0,51	2,77	0
ω-3	0,03	0,12	0
ω-6	0,48	2,65	0
Массовая доля углеводов, % СВ, в т.ч.	68,7	50,7	51,77
моно- и дисахариды	1,6	1,5	49,3
Массовая доля пищевых волокон, % СВ	1,6	15	6,17
Калий, мг	122	566	2516
Магний, мг	16	235	172,7
Фосфор, мг	86	734	308,3
Витамин В1, мг	0,17	1,17	0,62
Витамин В2, мг	0,04	0,22	1,36
Витамин РР, мг	1,2	0,92	7,4
Энергетическая ценность, ккал /кДж	334/1397	221/926	256/1072

Таблица 2 – Технологические свойства модельных смесей пшеничной муки и овсяных отрубей

Соотношение муки пшеничной высшего сорта и овсяных отрубей, %	Массовая доля сырой клейковины, %	Качество сырой клейковины по растяжимости, см	Внешний вид клейковины
100:0 (контроль)	34	16	
90:10:00	31	15	
80:20:00	27,5	14	
70:30:00	25,5	10	
60:40:00	20,5	5	

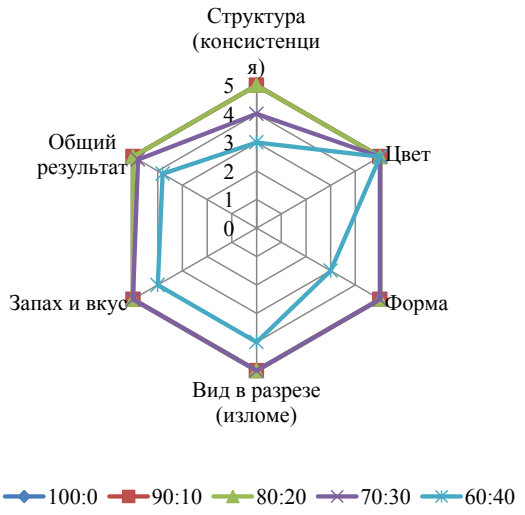


Рис. 1 Профилограмма органолептических показателей сдобного печенья с заменой пшеничной муки на муку овсяных отрубей в количестве 10, 20, 30, 40 %

На первом этапе исследований осуществляли теоретическое обоснование возможности применения МОО и ПМТ для приготовления песочно-выемного сдобного печенья. Результаты анализа химического состава ингредиентов по литературным источникам приведены в таблице 1.

Анализируя приведенные данные, несложно заметить, что массовая доля влаги ПМ в 2,1 раза выше, чем МОО, и в 1,8 раза выше, чем в ПМТ.

Содержание протеина в ПМ на 68 % ниже в сравнении с МОО, и на 19,4 % ниже в сравнении с ПМТ.

Массовая доля липидов особенно высока в МОО – в 6,4 раза больше, чем в ПМ. При этом содержание эссенциальных ПНЖК, являющихся функциональными пищевыми ингредиентами, в 5,4 раза больше, чем в ПМ. В муке овсяных отрубей в 4 раза больше ω-3 жирной кислоты, и в 5,5 раза больше ω-6 жирной кислоты.

В порошке мякоти тыквы липиды отсутствуют.

Массовая доля углеводов выше в ПМ в сравнении с МОО и ПМТ. При этом среди углеводов наибольшее содержание моно- и дисахаридов в ПМТ – 49,3 %, что свидетельствует о потенциальной возможности снижения уровня содержания сахара в рецептуре мучных кондитерских изделий.

Массовая доля пищевых волокон, относящихся к группе функциональных пищевых ингредиентов, существенно выше в МОО. Так, в сравнении с ПМ содержание пищевых волокон в МОО в 9,4 раза выше. Содержание пищевых волокон в ПМТ выше в сравнении с ПМ в 3,9 раза.

Содержание калия в МОО в 4,6 раз выше, чем в ПМ. Содержание калия в ПМТ в 20 раз выше, чем в ПМ.

Уровень содержания магния в МОО в 14,7 раз выше, чем в ПМ. Содержание магния в ПМТ в 10,9 раз выше, чем в ПМ.

В ПМ фосфора меньше, чем в МОО в 8,5 раз, и меньше, чем в ПМТ в 3,6 раз.

Содержание витамина В1, В2 в ПМ меньше, чем в МОО в 6,9 и 5,5 раз, соответственно. Витамина РР в ПМ больше, чем в МОО в 1,3 раза.

Содержание витамина В1, В2 и РР в ПМ меньше, чем в ПМТ в 3,6, 34 и 6,2 раза, соответственно, что свидетельствует о возможности обогащения готовых изделий сдобного печенью витаминами.

Таким образом, анализ химического состава МОО и ПМТ в сравнении с химическим составом ПМ свидетельствует о возможности применения указанных нетрадиционных добавок в репцептуре сдобного печенья.

На втором этапе исследований определяли показатели мучной смеси ПМ и МОО.

Для изучения влияния внесения овсяных отрубей на технологические свойства пшеничной муки исследовали содержание и качество клейковины модельных смесей. При этом овсяные отруби вносили в тесто в количестве 10 %, 20 %, 30 % и 40 % путем замены соответствующего количества пшеничной муки высшего сорта.

Результаты исследований приведены в таблице 2.

Анализ результатов исследований свидетельствует о том, что внесение овсяных отрубей способствует снижению массовой доли, и качества клейковины мучной смеси. Особенно этот факт заметен при внесении 40% к массе пшеничной муки высшего сорта.

Очевидно, уменьшение содержания клейкови-

Таблица 3 – Органолептические показатели разрабатываемого кондитерского изделия с порошком тыквы

Качественные признаки	Соотношение количества сахарной пудры и порошка мякоти тыквы, %			
	100:00:00	90:10:00	80:20:00	70:30:00
Структура (консистенция)	5	5	5	4
Цвет	5	5	5	4
Форма	5	5	5	4
Вид в разрезе (изломе)	5	5	5	5
Запах и вкус	5	5	5	5
Общий результат	5	5	5	4,4

Таблица 4 – Рецептура сдобного печенья с мукой овсяных отрубей и порошком мякоти тыквы

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 1 т изделий, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	382,3	326,8
Мука из овсяных отрубей	93,4	150	140,1
Порошок мякоти тыквы	92,5	47,1	43,6
Масло сливочное	84	328	275,5
Пудра сахарная	99,8	174,8	174,5
Меланж	27	126	34
Пудра ванильная	96,3	4	3,85
Аммоний углекислый	0	1	0
Итого		1213,2	998,4
Выход	95	1000	950

ны обусловлено внесением овсяных отрубей, белки которой не способны к ее формированию в тесте. Снижение влажности клейковины и ее упругих свойств, возможно, связано с влиянием компонентов овсяных отрубей (белков, пищевых волокон и др.) на белково–протеиназный комплекс пшеничной муки.

На основе анализа данных, приведенных в таблице 2, можно заключить, что с увеличением количества овсяных отрубей в смеси с пшеничной мукой количество клейковины и растяжимость уменьшается. Это свидетельствует том, что по растяжимости клейковина является хорошей, то есть имеет растяжимость 10…20 см, это приемлемая величина для выпечки мучных кондитерских изделий.

В задачи следующего этапа работы входило изучение влияния применения различных дозировок МОО (10, 20, 30 и 40 %) взамен части пшеничной муки на органолептические и физико-химические показатели изделий.

Результаты анализа органолептических показателей сдобного печенья на основе МОО по 5-ти балльной шкале приведены на рис. 1.

Основными органолептическими показателями сдобного печенья являются форма, вид в разрезе, цвет, запах, вкус и структура.

С увеличением количества МОО в рецептуре сдобного печенья до 40 % ухудшаются органолептические показатели качества: форма, вид в изломе, запах и вкус, а также структура.

На основании полученных результатов по органолептическим показателям лучшим образцом признан образец с заменой пшеничной муки на 20 % МОО.

Пищевую ценность определяли расчетно-аналитическим методом. Установлено, что в результате замены ПМ на 20 % МОО происходят следующие изменения в содержании пищевых веществ в опытном образце сдобного печенья в сравнении с контрольным образцом.

Содержание белка возрастает на 25 %. Содержание жира в опытных образцах возрастает незначительно – на 2,7 %.

Содержание ПНЖК на 55 % – в опытном образце 0,95 г/100 г, в контрольном 0,7 г/100 г.

Эссенциальных жирных кислот в опытном образце с 20 % МОО содержится заметно больше. Так, ω-3 жирной кислоты содержится в опытном образце 0,06 г/100 г, что на 31 % больше, чем в контрольном образце (0,05 г/100 г). Содержание ω-6 жирной кислоты содержится в опытном образце 0,9 г/100 г, что на 38 % больше, чем в контрольном образце (0,67 г/100 г).

Исследованиями установлено, что замена ПМ на 20 % МОО приводит к обогащению сдобного печенья минеральными веществами. Содержание фосфора повышается на 48 %: в контрольном образце 130 мг/100 г продукта, в опытном образце 194 мг/100 г.

Содержание калия в опытном образце повышается на 31 % (с 136 мг в контрольном образце до 179 мг/100 г в опытном).

Готовое изделие с заменой ПМ на МОО в количестве 20 % приводит к повышению содержания магния – на 65 % (с 33 мг/100 г в контрольном образце до 55 мг/100 г в опытном).

Возрастает и содержание витаминов. Содержание витамина В1 возрастает в 1,9 раза, В2 в 1,2 раза, РР – в 1,7 раза.

Следует отметить, что энергетическая ценность изделий по предлагаемой рецептуре уменьшилась на 5,3 %.

На следующем этапе осуществляли внесение порошка мякоти тыквы. В данном случае в качестве контрольного образца служил образец печенья с заменой пшеничной муки на 20 % МОО. В связи с высоким содержанием сахара в ПМТ принято технологическое решение о замене части сахарной пудры на ПМТ (в количестве 10, 20 и 30 %).

Результаты органолептической оценки образцов с применением одновременно 20 % МОО и

Таблица 5 – Пищевая и энергетическая ценность сдобного печенья с применением муки овсяных отрубей и порошка мякоти тыквы

Наименование пищевых веществ и энергетическая ценность	Рекомендуемый уровень суточного потребления [3, 5]	Сдобное печенье (базовая рецептура)		Сдобное печенье с мукой овсяных отрубей и порошком мякоти тыквы	
		содержание пищевых веществ в 100 г продукта	степень удовлетворения суточной потребности, %	содержание пищевых веществ в 100 г продукта	степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	75	7	9,3	8,8	11,7
Жиры, г	83	29,1	35,1	29,9	36
в т.ч., ПНЖК, г	11	0,7	6,4	0,95	10,5
ω-3 (α-линоленовая), г	1	0,05	5	0,06	6
ω-6 (линолевая), г	10	0,65	6,5	1,1	11
Усвояемые углеводы, г	365	60,6	16,6	50,1	13,7
в том числе, сахара, г	65	23,1	35,5	20,9	32,2
Пищевые волокна, г	20	0,9	4,5	3,5	17,5
Витамин B_1, мг	1,5	0,1	6,7	0,27	18
Витамин B_2, мг	1,8	0,1	5,6	0,19	10,6
Витамин РР, мг	20	0,67	3,4	1,74	8,7
Калий, мг	3500	136	3,9	360	10,3
Магний, мг	400	33	8,3	77	19,3
Фосфор, мг	800	130	16,3	246	30,8
ЭЦ, кДж	10467	2227	22	2110	20
ЭЦ, ккал	2500	532	22	504	20

различной дозировки ПМТ вместо сахарной пудры приведены в таблице 3.

По органолептическим показателям наилучшими показателями обладали образцы с внесением 20 % ПМТ взамен части сахарной пудры.

Результаты экспериментальных исследований и полученных результатов позволили разработать рецептуру сдобного печенья с использованием 20 % МОО тыквы взамен части пшеничной муки и 20 % ПМТ взамен части сахарной пудры. Разработанная рецептура приведена в таблице 4.

Результаты определения пищевой и энергетической ценности сдобного печенья с оптимальным количеством замены пшеничной муки на 20 % муки овсяных отрубей и замены сахарной пудры на 20 % порошка мякоти тыквы и сравнением с рекомендуемым уровнем суточного потребления представлены в таблице 5.

Функциональным пищевым продуктом в соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 признан продукт, содержание функциональных пищевых ингредиентов в котором находится на уровне не менее 15 % от уровня рекомендуемого суточного потребления.

Сравнительный анализ пищевой ценности контрольного и опытного образца сдобного печенья с заменой пшеничной муки и сахарной пудры на муку овсяных отрубей и порошок мякоти тыквы свидетельствует о заметном повышении пищевой ценности опытного образца за счет обогащения пищевыми ингредиентами – белками на 25,7 %, ПНЖК на 35,7 %, в том числе ω-3 на 20 % и ω-6 жирной кислоты на 38,5 %. Содержание витамина В2 увеличилось в 1,9 раза, содержание РР – в 2,6 раза. Содержание минерального макроэлементом калия повысилось в 2,6 раза.

Функциональным можно назвать печенье, изготовленное по предлагаемой рецептуре в связи с высоким уровнем пищевых волокон (17,5% от суточной нормы потребления), витамина В1 (18 % от суточной нормы потребления), магния (19,3 % от суточной нормы потребления) и фосфора (30,8 % от суточной нормы потребления).

Выводы

Таким образом, обоснована возможность применения муки овсяных отрубей и порошка мякоти тыквы для производства сдобного печенья. Показано, что внесение 20 % муки овсяных отрубей взамен пшеничной муки и 20 % порошка мякоти тыквы взамен сахарной пудры способствует обогащению изделий пищевыми ингредиентами – белками на 25,7 %, ПНЖК на 35,7 %, в том числе ω-3 на 20 % и ω-6 жирной кислоты на 38,5 %. Содержание витамина В2 увеличилось в 1,9 раза, содержание РР – в 2,6 раза. Содержание минерального макроэлементом калия повысилось в 2,6 раза.

Содержание отдельных функциональных пищевых ингредиентов в опытных образцах сдобного печенья достигло уровня, соответствующего требованиям ГОСТ Р 52349-2005. Уровень пищевых волокон в опытном образце составляет 17,5% от

суточной нормы потребления. Повысилось содержание витамина В1 – 18% от суточной нормы потребления.

Содержание магния и фосфора составило 19,3% и 30,8% от суточной нормы потребления, соответственно.

Список литературы

[1] Лапшина В.Т. /Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания при общеобразовательных школах, М.: Хлебпродинформ, 2004. 640 с.
[2] Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник/Под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. – М.: Дели принт, 2002. 236 с.
[3] Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина и М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. 360 с.
[4] Овёс и продукты его переработки [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://vniiz.org/science/publication/article-109 (Дата обращения 2.10.2019).
[5] Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации (утв. Роспотребнадзором 18.12.2008). МР 2.3.1.2432-08. Введены впервые 18.12.2008. М. 37 с.

References

[1] Lapshina V.T. / Collection of recipes for dishes and culinary products for public catering enterprises at secondary schools, Moscow: Khlebprodinform, 2004. - 640 p.
[2] The chemical composition of Russian food products: Handbook / Ed. THEM. Skurikhina and V.A. Tutellana. M .: Delhi print, 2002. 236 p.
[3] The chemical composition of food products. Prince 2: Reference tables for the content of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and microelements, organic acids and carbohydrates / Ed. THEM. Skurikhina and M.N. Volgareva. - M .: Agropromizdat, 1987 . 360 p.
[4] Oats and products of its processing [Electronic resource]. Access mode: http://vniiz.org/science/publication/article-109 (Date of access 02.10.2019).
[5] Norms of physiological requirements for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation (approved by Rospotrebnadzor 12/18/2008). MP 2.3.1.2432-08. Introduced for the first time on December 18, 2008. M. 37 p.

Сведения об авторах

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

Кулькова Юлия Сергеевна
магистрант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
E-mail: uliua16597@mail.ru

Information about the authors

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

Kulkova Julia Sergeevna
undergraduate of the department «Food productions»
Penza State Technological University
E-mail: uliua16597@mail.ru

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 664.769

Обоснование конструктивно-технологической схемы экструдера для обработки сырья с повышенной влажностью

Курочкин А.А., Потапов М.А.

Аннотация. Оснащение экструдера вакуумной камерой и реализация преимуществ термовакуумного эффекта при работе такой машины позволяет повысить энергоэффективность ее рабочего процесса путем замещения части энергии электрического привода энергией (теплотой) горячего пара, выделяющегося из экструдата в процессе интенсивного обезвоживания продукта в условиях пониженного давления. Для расширения сферы применения такого экструдера путем обработки сырья с повышенной влажностью в работе предлагается его конструктивно-технологическая схема с двухэтапным обезвоживанием экструдата после выхода его из рабочего тракта машины.

Ключевые слова: конструктивно-технологическая схема, экструдер, вакуумная камера, термовакуумный эффект, система для отвода и конденсации влаги.

Для цитирования: Курочкин А.А., Потапов М.А. Обоснование конструктивно-технологической схемы экструдера для обработки сырья с повышенной влажностью // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 42–45.

Justification of the design and technological scheme of the extruder for processing raw materials with high humidity

Kurochkin A.A., Potapov M.A.

Abstract. Equipment the extruder vacuum chamber and realize the benefits of the thermal effect during operation of such machine allows to increase the energy efficiency of its workflow by replacing part of energy of electric drive energy (heat) of hot steam emitted from the extrudate in the process of intensive dehydration of the product under reduced pressure. To expand the scope of application of such an extruder by processing raw materials with high humidity, we propose its design and technological scheme with two-stage dehydration of the extrudate after its exit from the working path of the machine.

Keywords: design and technological scheme, extruder, vacuum chamber, thermal vacuum effect, system for removal and condensation of moisture.

For citation: Kurochkin A.A., Potapov M.A. Justification of the design and technological scheme of the extruder for processing raw materials with high humidity. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 42–45. (In Russ.).

Введение

Базовый принцип, на котором основан рабочий процесс одношнекового экструдера – диссипация энергии электрического тока привода машины в энергию неупорядоченных процессов (энергию теплоты) путем рассеивания механической энергии вращающегося рабочего органа. С позиции классической термодинамики такой принцип работы

машины имеет существенный недостаток с точки зрения его энергоэффективности.

Оснащение экструдера вакуумной камерой и реализация преимуществ термовакуумного эффекта при работе машины позволяет повысить энергоэффективность ее рабочего процесса путем замещения части энергии электрического привода энергией (теплотой) горячего пара, выделяющегося из экструдата в процессе его интенсивного обезвоживания в условиях пониженного давления.

Следующим этапом совершенствования такого типа экструдеров может быть разработка машины, способной перерабатывать сырье с повышенной влажностью, так как даже термовакуумный эффект в ее рабочем процессе не позволяет эффективно обезвоживать полученный экструдат до рационального значения влажности за один цикл переработки сырья с содержанием влаги 35-40%.

В процессе однократной обработки сырья в таком экструдере, содержание воды в готовом продукте обычно составляет около 50% от этого показателя в обрабатываемом сырье. Между тем, хорошая сохранность получаемого экструдата без обеспечения специальных условий в части температурного и воздушного режимов, обеспечивается при его влажности не больше 10-12,5%.

Системный анализ конструктивно-технологических схем существующих и предлагаемых различными исследователями одношнековых экструдеров позволяет предположить, что переработка сырья с повышенной влажностью может быть реализована с помощью экструдера, работающего по принципу двухэтапного обезвоживания экструдата после выхода его из рабочего тракта машины.

Цель работы – обоснование конструктивно-технологической схемы экструдера для обработки сырья с повышенной влажностью.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – конструктивно-технологическая схема одношнекового экструдера, в рабочем процессе которого реализован термовакуумный эффект.

Результаты и их обсуждение

Предлагаемое в работе техническое решение одношнекового экструдера позволит повысить эффективность обезвоживания экструдата и обрабатывать с помощью такой машины сырье с повышенной влажностью (40-45%).

Модернизированный экструдер состоит из загрузочного бункера 1 (рис.), корпуса 2, шнека 3, фильеры матрицы 4, режущего устройства (на рисунке не показано) и двух вакуумных камер, оснащенных индивидуальными системами для отвода и конденсации влаги.

При этом в камере 5 экструдат подвергается предварительному обезвоживанию, а в камере 15 – окончательному.

Камера предварительного обезвоживания 5 включает в себя систему для отвода и конденсации влаги, состоящую из вакуумного насоса 9, вакуум-баллона 6, вакуум-регулятора 7 и вакуум-метра 8. Камера расположена соосно шнеку и фильере матрицы экструдера и в своей нижней части содержит воздушный кран 17. Кран служит для подсоса воздуха в вакуумную камеру, что в свою очередь интенсифицирует процесс отвода влажного пара от поверхности экструдата и дальнейшее его перемещение в вакуум-баллон 6. Воздушный кран находится в противоположной стороне от места размещения патрубка, соединяющего камеру с системой для отвода и конденсации влаги.

В камере предварительного обезвоживания размещено режущее устройство, выполненное в виде одного или нескольких вращающихся ножей, закрепленных на корпусе экструдера рядом с местом выхода экструдата из фильеры. Оно устанавливается для получения необходимого геометрического размера (длины) экструдата. Тем самым обеспечивается регулирования площади теплообмена получаемых частиц экструдата – чем меньше длина экструдата, тем больше суммарная поверхность теплообмена получаемого продукта с окружающей средой.

Камера окончательного обезвоживания 15 расположена последовательно первой и находится

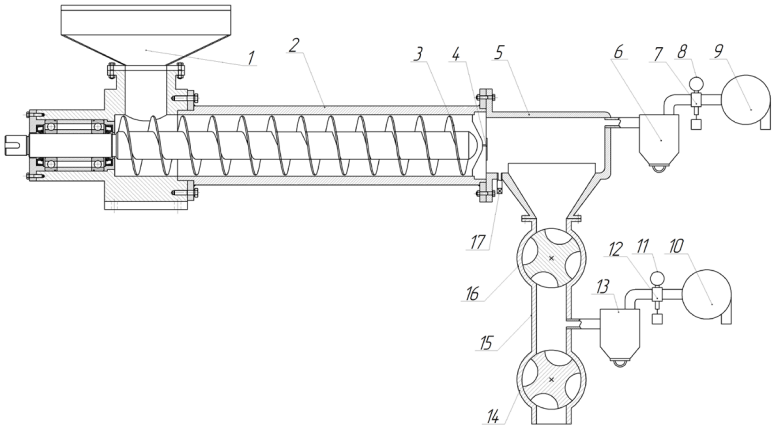


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема модернизированного экструдера

между двумя шлюзовыми затворами 16 и 14. С помощью патрубка она соединена со своей системой для отвода и конденсации влаги.

Системы для отвода и конденсации влаги каждой из камер идентичны по устройству и отличаются друг от друга величиной рабочего давления (вакуума).

Каждый из двух шлюзовых затворов 16 и 14 служит для выгрузки получаемого продукта без разгерметизации соответствующей вакуумной камеры экструдера и выполнен в виде корпуса цилиндрической формы с вращающимся в нем многолопастным ротором.

Вакуум-насосы 9 и 10 обеспечивают в соответствующих вакуумных камерах экструдера необходимую величину пониженного давления (вакуума).

Вакуум-баллоны 6 и 13 служат для сглаживания колебаний вакуума в системе, а также конденсации влаги отводимого из камер 5 и 15 горячего воздуха. Для удаления конденсата из системы вакуум-баллоны оснащены шарнирно закрепленными крышками с уплотняющим элементом (на рисунке позицией не обозначены).

Вакуум-регуляторы 7 и 12 необходимы для поддержания пониженного давления в вакуумных камерах 5 и 15 в заданных пределах при требуемой производительности машины, а также влажности обрабатываемого сырья и готового продукта.

Для контроля давления в вакуумных камерах экструдера служат вакуум-метры 8 и 11.

Рабочий процесс модернизированного экструдера осуществляется следующим образом. Обрабатываемое сырье поступает в загрузочный бункер 1. Захваченное шнеком 3, оно последовательно перемещается через зоны прессования и дозирования машины, при этом нагревается до температуры 120-130°С, а затем выводится через фильеру матрицы 4 в вакуумную камеру предварительного обезвоживания 5. При выходе из фильеры матрицы экструдат с помощью режущего устройства разрезается на частицы с заданной длиной.

Перемещаясь из области высокого давления (во внутреннем тракте экструдера) в зону низкого давления (в вакуумную камеру 5), сырье подвергается декомпрессионному взрыву, который представляет собой процесс мгновенного перехода воды, находящейся в сырье, в пар. Следует особо отметить, что в процессе перехода воды в газообразное состояние и испарения ее с поверхности (и частично – с более глубинных слоев экструдата), продукт охлаждается примерно на 20-30°С.

Образующийся в процессе декомпрессионного взрыва горячий пар с помощью вакуумного насоса 9 перемещается в вакуум-баллон 6, где часть его конденсируется и в виде жидкости собирается в вакуум-баллоне. При этом в камеру 5 (камеру предварительного обезвоживания) с помощью воздушного крана 17 подается воздух, что в свою очередь интенсифицирует процесс отвода влажного пара от поверхности экструдата и дальнейшего его перемещения в вакуум-баллон 6. Вакуум-регулятор и впускаемый в камеру помощью крана 17 воздух обеспечивают в камере предварительного обезвоживания экструдера необходимое давление.

Предварительно обезвоженный в камере 5 экструдат с помощью шлюзового затвора 16 перемещается в камеру 15, где с помощью вакуумного насоса 10 поддерживается более низкое рабочее давление, чем в камере 5. Этого давления (вакуума) достаточно для того, чтобы экструдат с температурой примерно 90-100°С снова подвергся декомпрессионному взрыву, и часть оставшейся жидкости в продукте вскипела и выделилась из него в виде пара. Образующейся пар удаляется за пределы камеры 15 (камеры окончательного обезвоживания) в вакуум-баллон 13.

Содержание влаги в экструдированном продукте регулируют за счет давления в вакуумных камерах 5 и 15 с помощью вакуум-регуляторов 7 и 12, а также величиной подсоса воздуха посредством воздушного крана 17 камеры 5.

Таким образом, предлагаемая конструктивно-технологическая схема экструдера позволит повысить эффективность обезвоживания экструдата и обрабатывать с помощью модернизированного экструдера сырье с повышенной влажностью за один цикл переработки. Техническое решение модернизированного экструдера защищено патентом на полезную модель [7].

Выводы

Предлагаемая конструктивно-технологическая схема экструдера с вакуумной камерой позволяет реализовать принцип двухэтапного обезвоживания экструдата после выхода его из рабочего тракта машины. Такая схема работы машины позволяет обрабатывать сырье влажностью 40-45% и получать экструдаты с содержанием влаги не больше 10-12,5%.

Список литературы

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

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

[3] Курочкин, А.А. Технология производства кормов на основе термовакуумной обработки отходов с/х производства /А.А. Курочкин, Д.И. Фролов //Инновационная техника и технология. 2014. № 4. С. 36–40.
[4] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 15-20.
[5] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 B29C47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Р.В. Шабнов, А.А. Курочкин, В.А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ.– № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 7с.
[6] Пат. 2610805 Российская Федерация МПК A23K 40/25, A23K 10/26, A23K 10/37. Способ производства кормов /заявители: П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, А.Л. Мишанин; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенский ГТУ.– № 2015119627; заявл. 25.05.2015; опубл. 12.02.2017, Бюл. № 5. 8 с.
[7] Пат. 189317 Российская Федерация СПК B29C 48/00. Экструдер с вакуумной камерой /заявители: П.К. Гарькина, В.М. Зимняков, А.А. Курочкин, О.Н. Кухарев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГАУ.– № 2019105424; заявл. 26.02.2019; опубл. 22.05.2019, Бюл. № 19. 7с.

References

[1] Innovations in extrusion /A. A. Kurochkin, P. K. Garkina, A. Blinokhvatov. [et al.] Penza: RIO PHAU, 2018. 247 p.
[2] Kurochkin, A. A. System approach to the development of the extruder for thermal vacuum treatment of the extrudate /A. A. Kurochkin // Innovative engineering and technology. 2014. No 4 (01). Pp. 17-22.
[3] Kurochkin, A. A. The technology of fodder production on the basis of thermal waste treatment/agricultural production /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Innovative engineering and technology. 2014. No. 4. Pp. 36– 40.
[4] Kurochkin, A. A. Theoretical substantiation of thermal vacuum effect in the working process of modernized extruder /A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina //Izvestiya Samara state agricultural Academy. 2015. No. 3. Pp. 15-20.
[5] Pat. 2561934 Russian Federation IPC7 V29S47 / 12. Extruder with vacuum chamber / applicants: G. V. shaburova, P. K. Voronina, R. V. Shabanov, A. A. Kurochkin, V. A. Avrorov; applicant and patentee of the Penza state technical University.- No. 2014125348; declared. 23.06.2014; publ. 10.09.2015, Byul. No. 25. 7 p.
[6] Pat. 2610805 Russian Federation IPC A23K 40/25, A23K 10/26, A23K 10/37. Method of production of feed /appellants: P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, L. A. Mishanin; patentee FGOU VPO Penza state technical University.– № 2015119627; declared. 25.05.2015; publ. 12.02.2017, Byul. No. 5. 8 p.
[7] Pat. 189317 the Russian Federation is SPK B29C 48/00. Extruder with vacuum chamber / applicants: P. K. Garkina, V. M. Zimnyakov, A. A. Kurochkin, O. N. Kukharev; applicant and patentee of FGOU IN Penza GAU.- No. 2019105424; declared. 26.02.2019; publ. 22.05.2019, Byul. No. 19. 7 p.

Сведения об авторах | **Information about the authors**

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

УДК 664.66:664.788.3

Разработка компоновки портального высококлиренсного трактора и математическое моделирование его в динамике

Матмуродов Ф.М., Асамов С., Ахмедов Ш., Туланов И.О.

Аннотация. Представлены различные компоновки портального трактора, для выполнения трансформируемых действий адаптивного сверхинтенсивного садоводства. Приведен перечень агротехнических рекомендуемых приемов интенсивного садоводства. Создана математическая модель, определяющая перемещения гидроцилиндров в процессе подъемного действия нового разработанного портального высококлиренсного трактора.

Ключевые слова: высококлиренсный портальный трактор, трансформируемый трактор, супер интенсивное садоводство, агротехнический прием, интенсивное садоводство, гидроцилиндр, подъемное действие, математическая модель.

Для цитирования: Матмуродов Ф.М., Асамов С., Ахмедов Ш., Туланов И.О. Разработка компоновки портального высококлиренсного трактора и математическое моделирование его в динамике // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 46–51.

Development of the layout of the portal high-clearance tractor and its mathematical modeling in dynamics

Matmurodov F.M., Asamov S., Akhmedov Sh., Tulanov I.O.

Abstract. Various layouts of the portal tractor are presented to perform transformative actions of adaptive ultra-intensive gardening. The list of agrotechnical recommended methods of intensive gardening is given. A mathematical model has been created that determines the movements of hydraulic cylinders during the lifting action of the new developed portal high-clearance tractor.

Keywords: high-clearance portal tractor, transformable tractor, super intensive gardening, agricultural technique, intensive gardening, hydraulic cylinder, lifting action, mathematical model.

For citation: Matmurodov F.M., Asamov S., Akhmedov Sh., Tulanov I.O. Development of the layout of the portal high-clearance tractor and its mathematical modeling in dynamics. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 46–51. (In Russ.).

Введение

Компоновка портального трактора, т.е. размещение на нем механизмов определяется его назначением. Под общей компоновкой портальных колесных тракторов понимается взаимное размещение двигателя, трансмиссии, кабины, ходовых систем т.е. основных агрегатов и систем, подчиненное задаче обеспечения заданных эксплуатационно–технологических свойств трактора при устойчивом (продольной и поперечной) прямолинейном его движении.

Цель работы разработка различной компоновки портального высококлиренсного трансформируемого трактора и математическое моделирование подъемного механизма.

Объекты и методы исследований

Методика исследования: сравнение и проектирование конструкции трактора, анализ и синтез источников информации.

Результаты и их обсуждение

При компоновке трактора необходимо обеспечить следующее:

1) увязка ширины и высоты проходимости с габаритами деревьев (шпалер), чтобы не повреждать их;

2) увязка колеи с междурядьями и поперечной устойчивости;

3) наилучшие тяговые качества при сохранении управляемости и устойчивости путем правильного распределения давления на опоры ходовой системы при работе (с учетом опрокидывающего момента от тягового усилия и от веса навешенного орудия);

4) устойчивое сохранение заданного направления с учетом нецентральной навески машин, вызывающие увод трактора в ту или иную сторону из-за

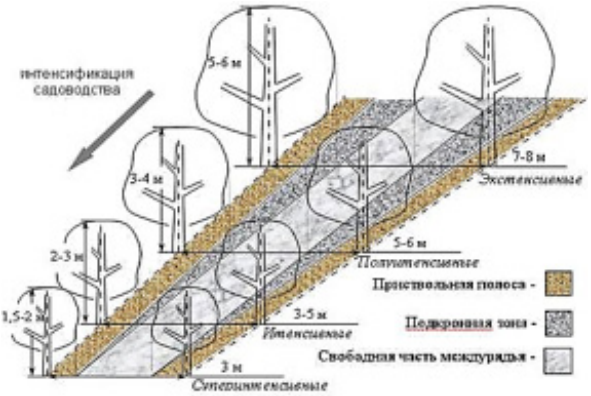


Рис. 1. Элементы междурядий и высоты деревьев в промышленных садах

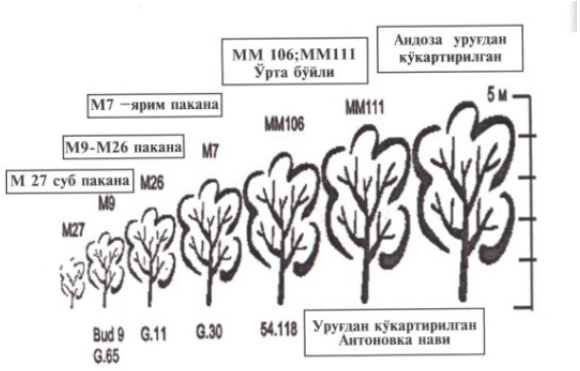


Рис. 2. Высота деревьев в зависимости от клоновых подвоев

возникающих при работе неодинаковых тяговых сопротивлений в правой или левой части;

5) хорошую маневренность;

6) простое и легкое управление, удобную посадку тракториста, хорошую обозреваемость пути, рядов деревьев и рабочих органов навешенных машин;

7) безопасность при работе, легкость агрегатирования машин и управления ими;

8) простота технического обслуживания и минимальных трудозатрат и время для ее проведения.

В настоящее время в Узбекистане широко развивается интенсивное садоводство и виноградарство.

В отечественном интенсивном садоводстве и виноградарстве применяется следующие междурядья: - в садоводстве – 3,5 - 4 м;

- в виноградниках – 1,5; 2,0; 2,25; 2,5; и 3,0 м.

Опыт механизации работ в виноградарстве показывает тенденцию увеличения междурядий.

При компоновке портального трактора необходимо учесть габаритные размеры деревьев и шпалер, особенно их высоты. Интенсификация садоводства связана с переходом от сильнорослых насаждений к насаждениям на слаборослых клановых подвоях.

За рубежом в интенсивных садоводствах при междурядьях 3 – 5 м высота деревьев доходит 2–3 м, а в супер интенсивных садах при междурядий 3 м, высота деревьев составляет 1,5 – 2,0 м.

Тенденция развития садоводства и виноградарства (рис.1) показывает, что его интенсификация осуществляется в направлении перехода от сильнорослых насаждений к насаждениям на слаборослых клоновых подвоях.

В нашей страна высота деревьев при выращивании по интенсивной технологии достигает:

- карликовых М6 – М26 – 2,5 – 3,2;

- супер карликовых М – 9 – 2,0 м; М – 27 – 1,5 м.

По агротехническим требованиям высота шпалер не должен превышать 1,8 м.

Почти все современные типы интенсивных садов независимо от первоначальных принципов формирования крон, представляют собой узкие плодовые стены, шириной до 2 м, разделяемые рабочими проходами приблизительно такой же ширины.

Деревья, сформированные по системе стройного веретена, имеет округлую форму, несколько напоминающую конус, высотой до 2–2,5 м и диаметром внизу 1,5–2 м. Кроны соседних деревьев, смыкаясь в ряду, образуют плодовую стену толщиной до 2 м.

В конце периода формирования ограничивают высоту дерева, которая не должна превышать 2,5 м.

Для полной механизации за уходом деревьев, рекомендуют высоту плодоносящих деревьев не превышать высоту 3,0 – 3,5 м, ширину 1,5 – 2 м, это считается рациональным.

В современных интенсивных садах, независимо от первоначальных принципов формирования крон, представляют собою узкие плодовые стены, шириной до 2 м, разделяемые рабочими про¬ходами приблизительно такой же ширины. При междурядьях 3 – 5 м высота деревьев доходит 2–3 м, а в супер интенсивных садах при междурядий 3 м, высота деревьев составляют 1,5 – 2,0 м.

Учитывая вышесказанное поставлена цель создать специализированный портальный трактор для работы в интенсивных садах и винограда, где основном выращивает карликовые деревья [1].

В последние годы в связи с механизацией технологических процессов в виноградниках наблюдается расширение междурядий в сторону 2,5 – 3,0 м.

С широким применением средств механизации с учетом их габаритных размеров, междурядья деревьев и поворотные полосы увеличивается.

В супер интенсивных садах при междурядьях 3 м, высота деревьев составляют 1,5 – 2,0 м.

Вписываемость трактора над рядками плодовых насаждений в интенсивных садах и виноградниках.

Проходимость – одно из основных эксплуатационных свойств трактора, определяющее способность двигаться и выполнять различные работы в составе машинно-тракторных агрегатов на требуемом агротехническом уровне и в различных условиях.

Абрис проходимости – эта нижняя часть контура проекции трактора на вертикальную поперечную

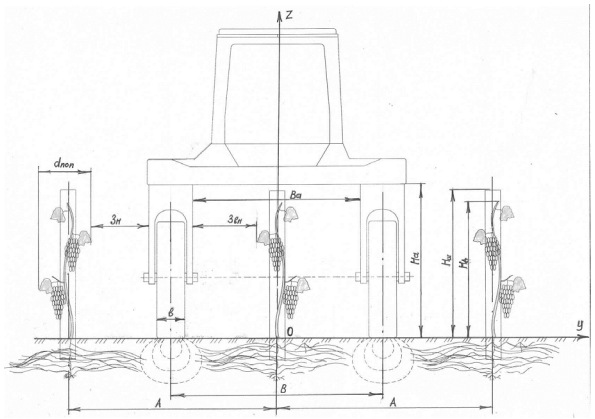


Рис. 3а. Вписываемость трактора в междурядьях виноградника

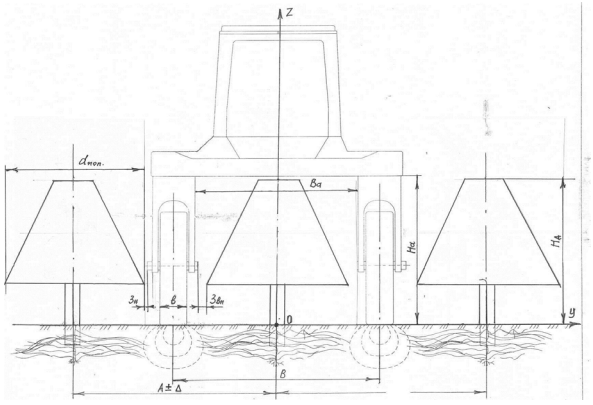


Рис. 3б. Вписываемость трактора в междурядьях плодовых деревьев

плоскость. По абрису оценивают «вписываемость» трактора в междурядья, а в нашем случае над рядами плодовых насаждений. Для портального трактора абрис проходимость это «оседлание» деревьев и виноградного ряда исключающее повреждение кустов, плодов и шпалер.

Основными параметрами портального трактора является ширина и высота абриса трактора по вертикальной поперечной плоскости, который влияет на повреждение ветвей деревьев. С точки зрения компактности трактора ширина и высота абриса должна быть минимальной. С другой стороны ширина и высота должна быть достаточной, чтобы не повреждать кусты и плоды деревьев и обеспечить допустимые защитные зоны при обработке междурядий деревьев.

Основными факторами, влияющими на ширину абриса, является прямолинейность рядка деревьев, отклонения деревьев от осевой линии ряда (отклонение шпалер от оси ряда), поперечной ширины деревьев, устойчивость прямолинейного движения (отклонение трактора от заданной траектории – осью рядка деревьев) и управляемости трактора. Перечисленные факторы, в свою очередь, обуславливаются многими управляемыми и неуправляемыми учесть влияние каждого из которых в отдельности практически невозможно.

Наиболее существенным показателем, влияющим на абрис из всех перечисленных факторов является величина поперечной ширины и высота дерева, так как $d_{пол} > 2З_{вн}$.

где $З_{вн}$ – внутренняя защитная зона; dnon–средняя поперечная ширина дерева.

На основе изучения архитектоники деревьев сформулированы предварительные требования к абрису портального трактора:

1. Ширина просвета, мм не менее – 2000±100.
2. Высота просвета, мм не менее – 2000±500.

С учетом габаритных размеров карликовых и супер карликовых деревьев, винограда и высоты шпалер проводили несколько вариантов компоновки портального трактора, из них 4 варианта приведена на рис.3.

Нами разработаны предварительная общая компоновка портального трактора варианты которых приведены на рис.4.

Последний вариант предварительной компоновки портального трактора (4К2) приведен на рис.5.

Данная конструкция портального трактора отличается от обычных высококлиренсных П-образной колесной ходовой частью, движущейся по двум смежным междурядьям, а двигатель, трансмиссия, кабина, навесная система и др. расположены сверху ряда деревьев, т.е. трактор движется над деревьями.

Принципиально важным является то, что трактор с помощью гидроцилиндра переводится из высококлиренсного варианта (клиренс 2000 мм, для работы в интенсивных садах и виноградниках) к низкоклиренсному универсально-пропашному варианту (клиренс 800 мм для иных полевых работ.).

Математически моделируем подъемное действие разработанного портального высококлиренсного трактора. При составлении динамической модели рычажного механизма приняты следующие допущения: стойка рычажного механизма установлена жестко; коэффициенты трения в шарнирах механизма приняты за постоянные величины; трактор совершает только вертикальные колебания (наиболее влияющие на динамику системы).

Используя рис. 6 напишем уравнения описывающего действия вращательно движущихся механических механизмов от источника энергии.

Используя рис. 6 напишем уравнения описывающего действия вращательно движущихся механических механизмов от источника энергии.

$$\begin{cases} \left(J_d + J_{мс1}\right)\ddot{\varphi}_d + k_{d2}\left(\dot{\varphi}_d - \dot{\varphi}_2\right) + c_{d2}\left(\varphi_d + \varphi_2\right) = M_d + \dfrac{M_2}{i_2} \\ \left(J_{мс1} + J_{мс2}\right)\ddot{\varphi}_2 + c_2\left(\varphi_d + \varphi_2\right) = -M_2 \operatorname{sign}\left(\dot{\varphi}_2\right) i_2, \\ \varphi_d = \varphi_2 = \varphi_{мс1} = \varphi_{мс2}, M_2 = M_{мс1} + M_{мс2} \end{cases} \quad (1)$$

где J_d, $J_{мс1}$, $J_{мс2}$ – приведенный момент инерции двигателя, маховика с вращающихся деталей ведущей части муфты сцепления,

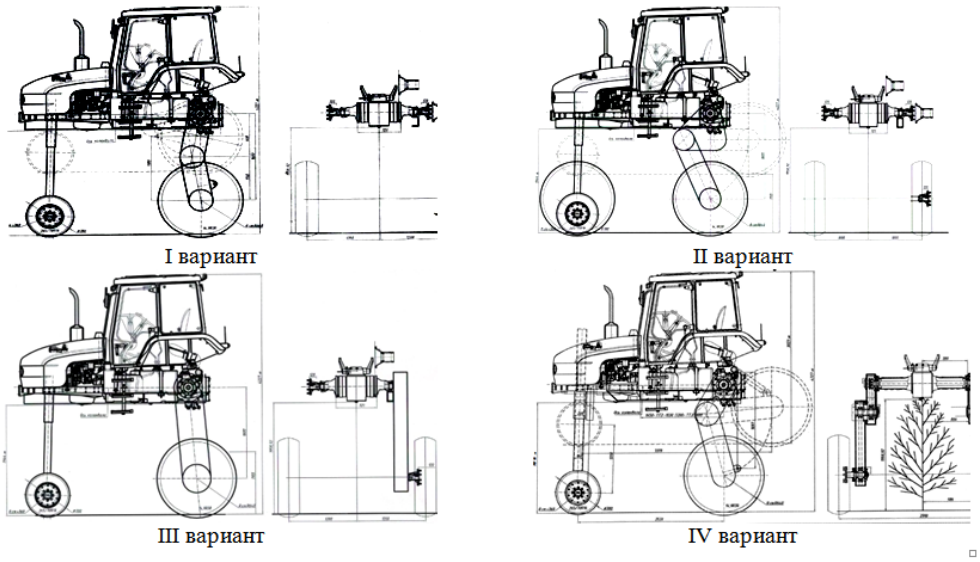


Рис. 4. Предварительная компоновка портального трактора 4К2

вращающихся деталей ведомой части муфты сцепления;

φ_d, φ_2, $\varphi_{мс1}$, $\varphi_{мс2}$ – углы вращения каленчатого вала двигателя, маховика с муфты сцепления, ведущая и ведомая часть муфта сцепления, и их скорость и ускорения соответственно; c_{d2}, c_2 – окружная жесткость валопровода между двигателями и маховика с ведущей части муфта сцепления, между ведомой части муфты сцепления и гидронасоса; k_{d2} – коэффициент демпфирования лопровода между двигателями и маховика с ведущей части муфта сцепления; M_d – крутящий момент на каленвале двигателя; M_2, $M_{мс1}$, $M_{мс2}$ – момент сопротивления маховика с муфта сцепления в целом, моменты сопротивления маховика с ведущей части и ведомой части муфта сцепления; i_2 – передаточное число маховика муфты сцепления.

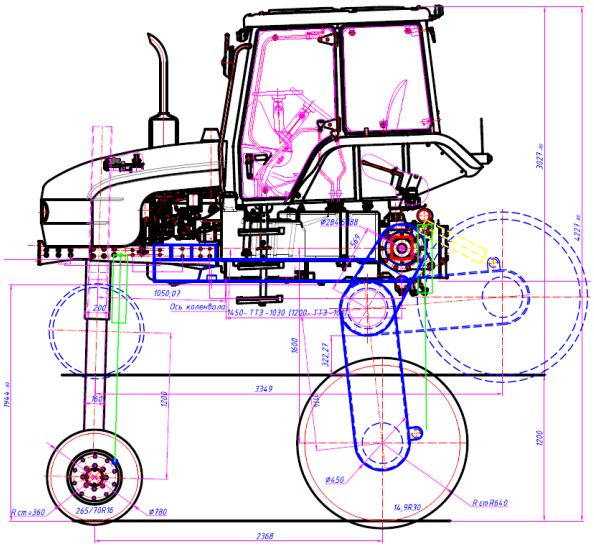


Рис. 5. Последний вариант предварительной компоновки портального трактора (4К2)

С функционирования гидронасоса вместе с гидроцилиндром осуществляется подъемное действие высококлиренсного трактора и опишем системы уравнений передачи энергосилы от вала муфты сцепления к гидронасосу

$$\begin{cases} J_{gn}\ddot{\varphi}_{gn} + k_{gn}\left(\dot{\varphi}_{мс2} - \dot{\varphi}_{gn}\right) + c_{gn}\left(\varphi_{мс2} + \varphi_{gn}\right) = M_{gn} \\ M_{gn} = k_{gn}\gamma\left(p_1 - p_2\right) - f_{n\,эк}\dot{\varphi}_{gn} \\ M_p = \left(V_{gn} / 2\pi\right)p \end{cases} \quad (2)$$

где γ – угол поворота управляющего устройства насоса; p_1, p_2 – давления в напорной и сливной гидролиний, k_{gn}, c_{gn}, φ_{gn} – коэффициент демпфирования, жесткости и угловое перемещение валопровода между муфты сцепления и гидронасосом; V_{gn} – рабочий объем насоса; $f_{n\,эк}$ – коэффициенты обобщенного эквивалентного демпфирования насоса;

M_{gn} – момент создаваемого гидронасосом,

M_p – момент создаваемый РЖ; p – рабочие давления гидролиний.

Опишем систем уравнения подъемного действия портального трактора

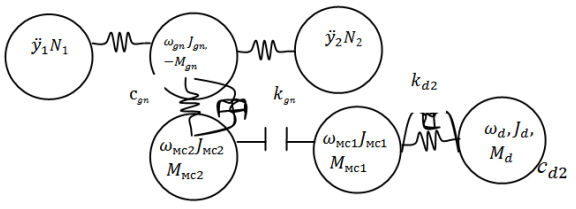


Рис. 6. Эквивалентная расчетная схема портального высококлиренсного трактора

$$\frac{\pm p_i F_i \pm p_{ga} F_{ga} - h_1 \frac{dy_1}{dt} - R_{tr1} sign\left(\frac{dy_1}{dt}\right) \pm N_1}{m_1} = \frac{d^2 y_1}{dt^2} \quad (3)$$

$$\frac{\pm p_i F_i \pm p_{ga} F_{ga} - h_1 \frac{dy_2}{dt} - R_{tr2} sign\left(\frac{dy_2}{dt}\right) \pm N_2}{m_2} = \frac{d^2 y_2}{dt^2} \quad (4)$$

Уравнения расходов через дроссели при нагнетании в поршневую (знак «+» в уравнениях) или штоковую (знак «-») полости [2].

где P_i – давления жидкости в соответствующих полостях, МПа; F_i – площади сечения в соответствующих полостях гидроцилиндра, м^2; p_{ga} – давления жидкости в гидроаккумуляторе, МПа; F_{ga} – действующая площадь сечения полостей гидроаккумуляторе, м^2; m_1, m_2 – приведенные массы передних и задних рычажных механизмов и массы передней и задней части трактора к поршнях цилиндров, кг; h_1 – коэффициент вязкого трения в гидроцилиндре, кг/с; R_{tr1} , R_{tr2} – силы трения в уплотнениях поршня и штока на переднего и заднего расположенных гидроцилиндров, Н; N_1 ,N_2 – усилия, передаваемых на штоков, Н.

Выводы

Портальный трактор свободно двигался и выполнял различные работы в составе машинно-тракторных агрегатов, но для этого требуются следующие агротехнические приемы:

по агротехническим требованиям высота шпалер не должна превышать 1,8 м.

в конце периода формирования ограничивают высоту дерева, которая не должна превышать 2,5 м.

в последние годы в связи с механизацией технологических процессов в виноградниках наблюдается расширение междурядий в сторону 2,5 – 3,0 м.

в супер интенсивных садах при междурядий 3 м, высота деревьев составляют 1,5 – 2,0 м.

для полной механизации за уходом деревьев рекомендуют не превышать высоту плодоносящих дерев 3,0 – 3,5 м, ширину 1,5 – 2 м, которые считается рациональными.

Особенно важным критериям считается то, что трактор трансформируется в супер интенсивных садах т.е. с помощью гидроцилиндра переводится из высококлиренсного варианта (клиренс 2000 мм, для работы в интенсивных садах и виноградниках) к низкоклиренсному универсально-пропашному варианту для междурядной работы с плодовыми деревьями. Поэтому трактор не будет простаивать, обеспечивая круглогодичную работу.

Созданная математическая модель поможет найти перемещения гидроцилиндров для подъемного действия разработанного портального высококлиренсного трактора.

Список литературы

[1] Матмуродов Ф.М. Вопросы создания трансформируемого колесного трактора // Инновационная техника и технология», 2018. №3. С.25-29.

[2] Хавронин В.П. Повышение эффективности сельскохозяйственных погрузочных агрегатов за счет снижения динамической нагруженности гидропривода. Авторефю дис. на соискание уч. ст. к.т. н., Волгоград , 2007, с.9.

[3] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 29–33.

[4] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 18–23.

[5] Фролов Д.И., Чекайкин С.В. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 158–161.

[6] Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67–72.

[7] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях // Нива Поволжья. 2008. № 2 (7). С. 46–51.

[8] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 2. С. 15–17.

[9] Моделирование работы ботвоудаляющей машины с анализом потоков воздуха внутри ее кожуха / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, О.Н. Кухарев, Н.П. Ларюшин // Нива Поволжья. 2016. № 3 (40). С. 105–111.

[10] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 120–126.

References

[1] Matmurodov F.M. Issues of creating a transformable wheeled tractor // «Innovative Technique and Technology», 2018, No. 3, p.25-29.
[2] Khavronin V.P. Improving the efficiency of agricultural loading units by reducing the dynamic load of the hydraulic drive. Abstract of dis. for the competition Art. c.t. N., Volgograd, 2007, p. 9.
[3] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Modeling the process of removing onion tops by the working body of the topping machine // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2014. No. 3. P. 29–33.
[4] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Substantiation of the optimal rotational speed of the working body of the topping machine // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2013. No. 3. P. 18–23.
[5] Frolov D.I., Chekaykin S.V. The rationale for the rational parameters of the topping machine for onion crops // XXI century: results of the past and problems of the present plus. 2014. No. 6 (22). S. 158–161.
[6] Analysis of the process of air movement inside the casing of the topping working body with justification of the optimal angle of inclination of the knives / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostycheva. 2015. No. 4 (28). S. 67–72.
[7] Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Substantiation of structural-operational parameters of the topper device in laboratory research // Niva Volga. 2008. No. 2 (7). S. 46-51.
[8] Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Optimal parameters of the top-to-bottom working body of the cutter of the leaf-stem mass // Tractors and agricultural machinery. 2010. No. 2. P. 15-17.
[9] Modeling the operation of the topping machine with the analysis of air flows inside its casing / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, O.N. Kukharev, N.P. Laryushin // Niva Volga. 2016. No. 3 (40). S. 105–111.
[10] Frolov D.I., Kurochkin A.A., Shaburova G.V. Determination of the optimal parameters of the topping machine for onion crops // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2015. No. 1 (29). S. 120–126.

Сведения об авторах | **Information about the authors**

Матмуродов Фарход Маткурбонович кандидат технических наук руководитель исследовательского проекта Туринский политехнический университет в г.Ташкенте г. Ташкент, ул. Куприкли 46 **Тел.:** +998 (97) 404-27-44 **E-mail:** matmurodov@yahoo.com	**Matmurodov Farkhod Matkurbonovich** PhD in Technical Sciences research project manager Turin Polytechnic University in Tashkent **Phone:** +998 (97) 404-27-44 **E-mail:** matmurodov@yahoo.com
Асамов Сайфиддин заведующий отделом Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства (г. Ташкент) г. Ташкент, ул. Самаркандская 41 **Тел.:** +998 (70) 606-13-86 **E-mail:** matmurodov@yahoo.com	**Asamov Saifiddin** head of the department Research Institute of Agricultural Mechanization (Tashkent) **Phone:** +998 (70) 606-13-86 **E-mail:** matmurodov@yahoo.com
Ахмедов Шерзод заместитель директора Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства (г. Ташкент) г. Ташкент, ул. Самаркандская 41 **Тел.:** +998 (70) 606-13-87 **E-mail:** matmurodov@yahoo.com	**Akhmedov Sherzod** deputy director Research Institute of Agricultural Mechanization (Tashkent) **Phone:** +998 (70) 606-13-87 **E-mail:** matmurodov@yahoo.com
Туланов Исомиддин Отабекович старший научный сотрудник Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства (г. Ташкент) г. Ташкент, ул. Самаркандская 41 **Тел.:** +998 (70) 606-13-88 **E-mail:** matmurodov@yahoo.com	**Tulanov Isomiddin Otabekovich** senior researcher Research Institute of Agricultural Mechanization (Tashkent) **Phone:** +998 (70) 606-13-88 **E-mail:** matmurodov@yahoo.com

УДК 664.8.047

Изучение распределения влаги в семенах тыквы при сушке

Фролов Д.И.

Аннотация. В статье изучен процесс распределения влаги в семенах тыквы при высыхании, смоделированный с помощью уравнения диффузии. Анализ сделан для естественной сушки при постоянной температуре окружающей среды. Данные были получены с помощью программного обеспечения Comsol Multiphysics при моделировании сушки семян тыквы в течение от 1 до 30 часов методом анализа конечных элементов. Исследования показали, что скорость высыхания семян тыквы падает со временем. Результаты моделирования показывают хорошее согласие с экспериментальными результатами других исследователей.

Ключевые слова: моделирование, сушка, тыквенные семечки, диффузия.

Для цитирования: Фролов Д.И. Изучение распределения влаги в семенах тыквы при сушке // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 52–55.

Studying the moisture distribution in pumpkin seeds during drying

Frolov D.I.

Abstract. The article studies the process of moisture distribution in pumpkin seeds upon drying, modeled using the diffusion equation. The analysis was done for natural drying at a constant ambient temperature. Data were obtained using Comsol Multiphysics software for simulating drying of pumpkin seeds for 1 to 30 hours by finite element analysis. Studies have shown that the drying rate of pumpkin seeds decreases over time. The simulation results show good agreement with the experimental results of other researchers.

Keywords: modeling, drying, pumpkin seed, diffusion.

For citation: Frolov D.I. Studying the moisture distribution in pumpkin seeds during drying. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 52–55. (In Russ.).

Введение

Сушка является одним из распространенных методов консервирования пищевых продуктов. В процессе сушки необходимо учитывать не только качество продукта, но и экономию энергии. Исследование процессов, происходящих при сушке, а также массообменные механизмы сушки являются привлекательной темой изучения и использования в других отраслях промышленности. Проведенные исследования в области механизма массопереноса, выявили то, что модели диффузии жидкости в целом достаточны для объяснения процесса сушки пищевых продуктов.

Обычно сушка гигроскопичных материалов происходит в два-три этапа. Первая стадия называется стадией постоянной скорости, вторая и третья стадии являются стадиями падения скорости. В конце первой стадии сушки скорость сушки начинает уменьшаться, потому что требуется время, чтобы влага достигла поверхности материала, где происходит испарение. В данном исследовании сушка семян тыквы моделируется уравнением диффузии. Тыквенное семя обычно высушивается естественной конвекцией, также называемой естественной сушкой, и принудительной конвекцией, называемой принудительной сушкой. Также широко начинает использоваться инфракрасная сушка семян овощных культур с выделенной длиной волны [1].

Некоторые исследователи, высушивая семена тыквы без шелухи, используют в основном ме-

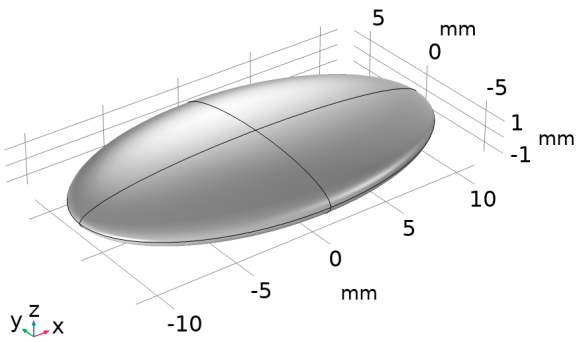


Рис. 1. Модель семени тыквы

тоды сушки горячим воздухом или естественной сушки. При этом используя диффузионную модель Фика для моделирования переноса влаги внутри семян тыквы, и рассчитывают эффективные коэффициенты диффузии для каждого метода сушки, представляя эффективный коэффициент диффузии типа Аррениуса как функцию температуры, применяя экспериментальные результаты к некоторым известным моделям и определяя соответствующие коэффициенты [2].

Другие исследователи сушат тыкву принудительной конвекцией внутри сушильной камеры. Ими получен коэффициент влажности в зависимости от времени. Результаты показывают, что температура сушильного воздуха оказывает сильное влияние на время сушки, то есть при 30°C сушка занимает 8 часов, при повышении температуры от 30°C до 70°C требуется всего 2 часа. Также показано, что модель Пейджа является удобной моделью среди рассмотренных других моделей [3].

Также были проведены исследования сушки в тонком слое предварительно обработанной и необработанной тыквы с использованием сушилки горячего воздуха. Были определены эффективные коэффициенты диффузии влаги для каждого исследованного условия. В исследовании было показано, что в то время как логарифмическая модель является лучшей удобной моделью для принудительной конвекционной сушки, а модель Мидилли и Кучука является лучшей моделью для естественной конвекции [4].

Проведенное экспериментальное исследование по сушке тыквы с использованием конвективной сушилки горячего воздуха показало, что образцы тыквы, высушенные при 50°C, 60°C и 70°C хорошо коррелирует с моделями Льюиса, Хендерсона и Пабиса и они являются лучшими удобными моделями, в отличие от модели Пейджа [5].

Целью работы являлось изучение модели распределения влаги у семян тыквы с помощью уравнения диффузии.

Объекты и методы исследований

Изучение распределения влаги внутри модели семян тыквы, подвергнутых естественной сушке, исследовано с помощью программного обеспечения COMSOL Multiphysics методом конечных элементов. Были измерены размеры 20 семян тыквы. Были взяты средние значения в качестве измерений исследуемого тыквенного семени. Значения полуосей модели сфероида составляют 11,3 мм, 6,5 мм и 1,6 мм.

Основным уравнением, применяемым при исследовании процесса сушки, является уравнение диффузии. Значения начального и равновесного содержания влаги, а также уравнение диффузии для естественной сушки приведены ниже. Следует отметить, что температура окружающей среды колеблется в пределах от 10 до 45°C.

$$\vec{\nabla} \cdot (D_{eff} \vec{\nabla} X) = \frac{\partial X}{\partial t} \quad (1)$$

где D_{eff} – эффективный коэффициент диффузии (м^2/с);

t – время (с)

$$D_{eff} = 1,66 \cdot 10^{-11} \quad (2)$$

$$X_o = 0,67 \quad (3)$$

$$X_e = 0,06 \quad (4)$$

где X_o – начальное содержание влаги, %;

X_e – равновесное содержание влаги, %;

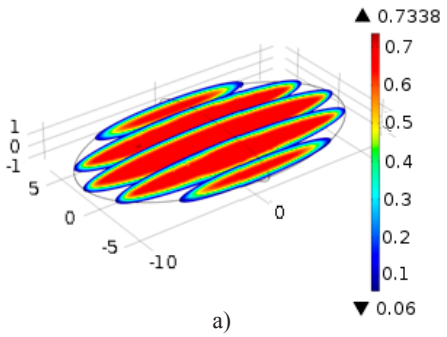
При определении граничных условий предполагается, что поверхность семян тыквы находится в равновесном состоянии влажности. Граничные и начальные условия определяются как заданные в уравнении 5 и 6 соответственно.

$$X\big|_s = X_e \quad (5)$$

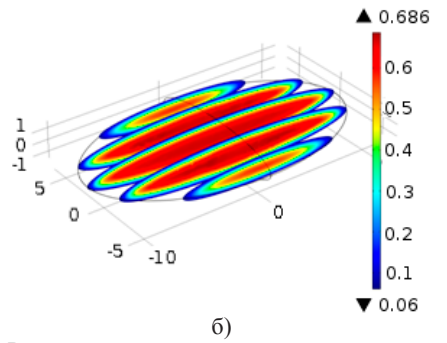
$$X\big|_{t=0} = X_o \quad (6)$$

Результаты и их обсуждение

Распределение влаги внутри семян тыквы в основном влияет на качество продукта. Были получены результаты моделирования, основанные на уравнении диффузии. На рисунке 2 представлены результаты через 1 ч, 2 ч. Следует отметить, что сушка начинается с поверхности, внешняя область



а)



б)

Рис. 2. Распределение влаги внутри семян тыквы через а) 1 ч, б) 2 ч

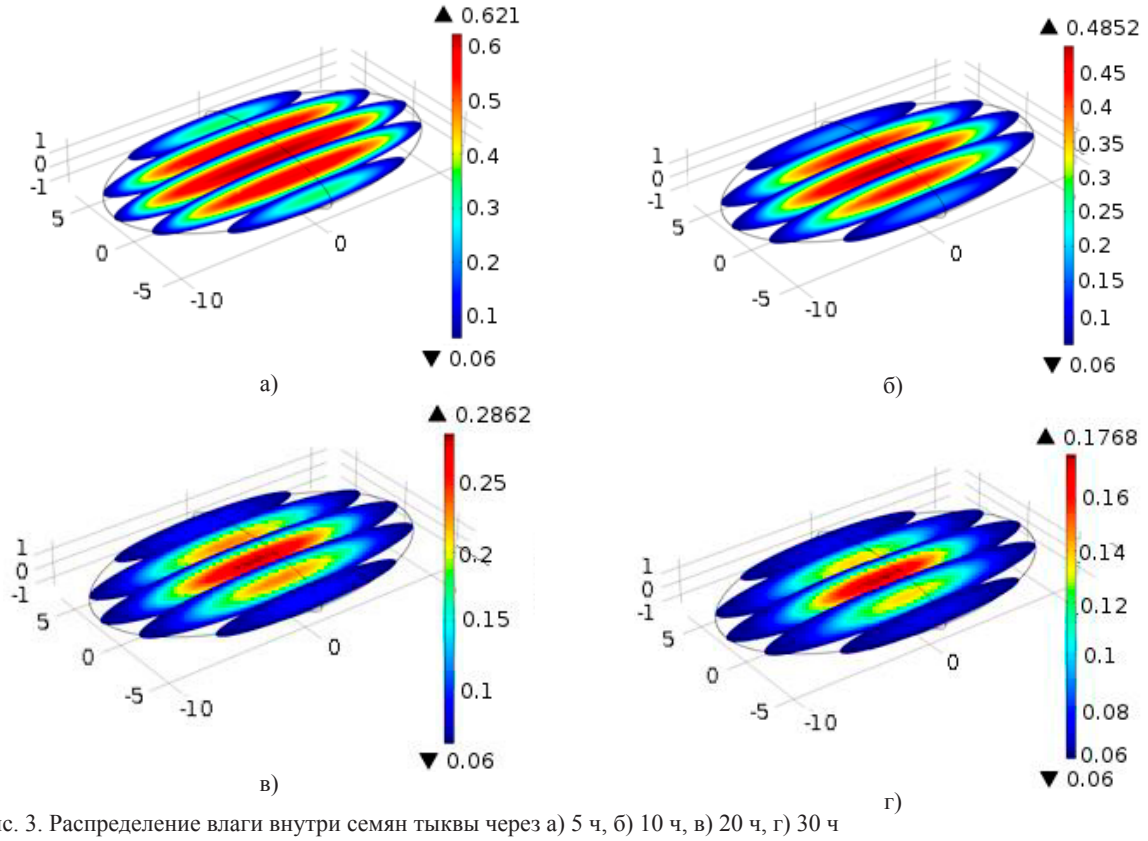


Рис. 3. Распределение влаги внутри семян тыквы через а) 5 ч, б) 10 ч, в) 20 ч, г) 30 ч

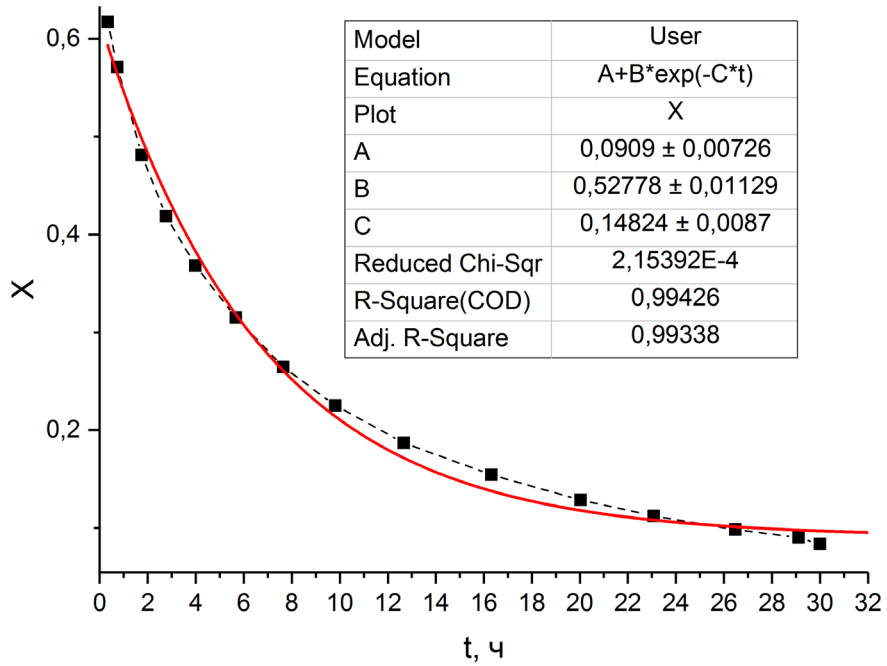


Рис. 4. Средняя влажность семян тыквы

тыквенного семени достигает равновесного содержания влаги сначала по отношению к внутренней области.

На рисунке 3 представлены результаты через 5 ч, 10 ч, 20 ч, 30 ч.

С другой стороны, получается что среднее содержание влаги является функцией времени, и это обстоятельство показывает хорошее согласие с экспериментальными результатами других авторов. Из рисунка 4 видно, что сушка семян тыквы происходит в период падения. Явление сушки моделируется диффузией, скорость сушки пропорциональна градиенту влажности. С течением времени градиент влажности уменьшается, соответственно уменьшается скорость сушки.

Поскольку семена тыквы естественным образом высыхают, требуется около 30 часов для того, чтобы семена тыквы достигли приблизительно со-

держания влаги 10% (сухой остаток). Наконец, в соответствии с результатами процесс сушки семян тыквы может быть смоделирован с помощью экспоненциального затухания кривой (рисунок 3), представленной как уравнение 7.

$$X = 0,0909 + 0,5277e^{-0,1482 \cdot t} \quad (7)$$

Выводы

Следствием выполненной работы явилось то, что скорость высыхания семян тыквы падает со временем экспоненциально. Результаты моделирования показывают хорошее согласие с экспериментальными результатами других исследователей.

Список литературы

[1] Демидов А.С., Вороненко Б.А., Демидов С.Ф. Сушка семян подсолнечника инфракрасным излучением // Новые Технологии. 2011. № 3. С. 25–30.
[2] Sacilik, K. (2007). Effect Of Drying Methods On Thin-Layer Drying Characteristics Of Hull-Less Seed Pumpkin (Cucurbita Pepo L.). Journal of Food Engineering, 79, 23–30.
[3] Guiné, R. P. F., Pinho, S., & Barroca, M. J. (2011). Study Of The Convective Drying Of Pumpkin (Cucurbita Maxima). Food and Bioproducts Processing, 89, 422-428.
[4] Kavak Akpinar, E., & Bicer, Y. (2008). Mathematical Modelling Of Thin Layer Drying Process Of Long Green Pepper İn Solar Dryer And Under Open Sun. Energy Conservation and Management, 49, 1367-1375.
[5] Hashim, N., Daniel, O., & Rahaman, E. (2014). A Preliminary Study: Kinetic Model Of Drying Process Of Pumpkins (Cucurbita Moschata) İn A Convective Hot Air Dryer. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2, 345-352.

References

[1] Demidov A.S., Voronenko B.A., Demidov S.F. Sushka semyan podsolnechnika infrakrasnym izlucheniem, Novye Tekhnologii. 2011. No. 3. pp. 25–30.
[2] Sacilik, K. (2007). Effect Of Drying Methods On Thin-Layer Drying Characteristics Of Hull-Less Seed Pumpkin (Cucurbita Pepo L.). Journal of Food Engineering, 79, 23–30.
[3] Guiné, R. P. F., Pinho, S., & Barroca, M. J. (2011). Study Of The Convective Drying Of Pumpkin (Cucurbita Maxima). Food and Bioproducts Processing, 89, 422-428.
[4] Kavak Akpinar, E., & Bicer, Y. (2008). Mathematical Modelling Of Thin Layer Drying Process Of Long Green Pepper İn Solar Dryer And Under Open Sun. Energy Conservation and Management, 49, 1367-1375.
[5] Hashim, N., Daniel, O., & Rahaman, E. (2014). A Preliminary Study: Kinetic Model Of Drying Process Of Pumpkins (Cucurbita Moschata) İn A Convective Hot Air Dryer. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2, 345-352.

Сведения об авторах

Фролов Дмитрий Иванович
кандидат технических наук
доцент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
Тел.: +7(937) 408-35-28
E-mail: surr@bk.ru

Information about the authors

Frolov Dmitriy Ivanovich
PhD in Technical Sciences
associate professor at the department of «Food productions»
Penza State Technological University
Phone: +7(937) 408-35-28
E-mail: surr@bk.ru

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 637.5

Производство и качество молока в России

Зимняков В.М.

Аннотация. В статье дается анализ производства и качества молока в России, а также приводятся данные по перспективе развития молочного производства на ближайшее время. Отмечена роль молочного производства в обеспечении продовольственной безопасности страны. На внутреннем российском рынке сохраняется устойчивый рост производства товарного молока. Позитивной динамике способствует активная поддержка отрасли со стороны государства: это субсидии по инвестиционным и краткосрочным кредитам, субсидии, направленные на возмещение части затрат на строительство молочных ферм, на повышение продуктивности молочного скотоводства. В 2018 году государство выделило более 28,3 млрд. руб. на развитие молочной отрасли. Приведены доли федеральных округов-производителей молока в общем объеме выпуска молока России в 2018 году. Самым крупным производителем молока является Приволжский федеральный округ, суммарная доля которого в 2018 г. составила 31 %.Выявлена динамика развития молочного производства, направленная на обеспечение населения молоком собственного производства. Обоснована необходимость дальнейшей государственной поддержки молочной отрасли в 2019 году на уровне не ниже 2018 года, что позволит сохранить позитивный тренд развития молочной отрасли и обеспечить в ближайшее время продовольственную безопасность России в отношении молока и молочной продукции.

Ключевые слова: анализ, динамика, качество, молоко, молокопродукты, потребление, прогноз, стратегия развития, тенденции.

Для цитирования: Зимняков В.М. Производство и качество молока в России // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 56–61.

Production and quality of milk in Russia

Zimnyakov V.M.

Abstract. The article analyzes the production and quality of milk in Russia, as well as provides data on the prospects for the development of dairy production in the near future. The role of dairy production in ensuring food security of the country was noted. In the domestic Russian market there is a steady growth in the production of commercial milk. The positive dynamics is promoted by the active support of the industry from the state: these are subsidies for investment and short-term loans, subsidies aimed at reimbursing part of the costs for the construction of dairy farms, to increase the productivity of dairy cattle breeding. In 2018, the state allocated more than 28.3 billion rubles for the development of the dairy industry. The share of Federal districts-milk producers in the total volume of milk production in Russia in 2018 is given. The largest producer of milk is the Volga Federal district, whose total share in 2018 was 31 %.The dynamics of the development of dairy production aimed at providing the population with milk of its own production is revealed. The necessity of further state support of the dairy industry in 2019 at the level not lower than 2018 is justified, which will allow to maintain a positive trend in the development of the dairy industry and ensure in the near future the food security of Russia in respect of milk and dairy products.

Keywords: analysis, dynamics, quality, milk, dairy products, consumption, forecast, development strategy, trends.

For citation: Zimnyakov V.M. Production and quality of milk in Russia. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 56–61. (In Russ.).

Введение

Развитие молочной отрасли является одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере АПК. На внутреннем российском рынке сохраняется устойчивый рост производства товарного молока. Сокращение объемов импортных поставок, повышение спроса на молочную продукцию отечественного производства, рост спроса на сырое молоко со стороны отечественных молокоперерабатывающих организацией, сохранение инвестиционной активности в отрасли и запуск новых комплексов – все это способствовало формированию стабильно положительного тренда в сырьевом секторе. При этом в последние годы темпы роста производства товарного молока практически в 2 раза превышают среднегодовые, а основной прирост обеспечивают сельскохозяйственные организации, в то время как в частном секторе товарное производство сокращается [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Цель исследования:провести анализ производства молока в стране и в регионах и определить тенденцию развития молочного производства на ближайшее время.

Объекты и методы исследований

Реализация цели исследования была достигнута посредством оценки динамики производства молока, анализа сдерживающих факторов, системы государственной поддержки, тенденции развития молочного производства

Методологическую основу исследования составляют системный и структурный подходы, для которых характерно целостное рассмотрение, установление взаимодействия факторов, влияющих на динамику развития производства молока.

Результаты и их обсуждение

Молочная индустрия в 2018 году была отраслью с интересной динамикой и активными изменениями экономического ландшафта, это единственный сектор, в котором в ближайшие годы продолжится активное расширение производства. Производство молока в сельхозорганизациях стало одним из драйверов агросектора в 2018 году. Производство молока в России в 2018 году, согласно данных Росстата, составило 30,6 млн. т, что на 455 тыс. т или на 1,5 % больше показателя 2017 года. В том числе в сельхозорганизациях выпуск увеличился на 3,6 % до 16,2 млн. т, в фермерских хозяйствах – на 5 % до 2,5 млн. т. В хозяйствах населения производство показало снижение на 1,8 % до 11,9 млн т. В 2019 году тренд роста объемов производства товарного молока сохранится на фоне восстановления баланса спроса и предложения, ввода новых комплексов, повышения интенсификации производства. Согласно прогнозу, в 2019 году показатель вырастет еще на полмиллиона тонн (2,8%) и достигнет 31,1 млн. тонн [1].

Рост товарного производства сырого молока обеспечивается вопреки сохраняющемуся негативному тренду на сокращение поголовья коров. Причина – продолжающаяся интенсификация молочного скотоводства: растет молочная продуктивность животных и уровень товарности производства. При этом сохраняется значительный потенциал наращивания производства даже при существующем поголовье коров. Залогом успешного развития отрасли в краткосрочной перспективе станет внедрение современных технологий кормления и содержания скота, воспроизводства стада, развитие генетики [2,3,4].

Анализируя поголовье КРС в России, можно отметить, что КРС в 2018 году по сравнению 2013 годом уменьшилось с 19,3 млн. голов до 18,1 млн. голов. Поголовье коров во всех категориях хозяйств в 2018 г. по сравнению с 2013 г. уменьшилось с 8,4 млн. голов сократилось до 7,9 млн. голов. В настоящее время тенденция уменьшения поголовья коров изменилась, так в 2019 году численность коров в хозяйствах всех категорий увеличилась с 7,9 до 8 млн. голов по сравнению с 2018 годом [1]. (Рис. 1).

Доля коров в поголовье КРС в 2018 году снизилась до 43,0% по сравнению с 43,5 % в 2013 году. Ежегодное падение численности поголовья коров связано с замещением неэффективных пород коров на племенные молочные породы, что позволяет увеличивать надои на одну корову (Рис. 2).

В последние годы на российском рынке молока и молочных продуктов наблюдаются положительные тенденции. Надои молока на 1 корову в сельскохозяйственных организациях (кроме микропредприятий) в 2018 году, по данным Росстата, составили 5962 килограмма против 4519 килограммов в 2013 году, а валовый надой молока в хозяйствах всех категорий увеличился с 30,53 млн. т в 2013 году до 30,60 млн. т в 2018 году (Табл. 1).

По сравнению с результатами 2017 г. надой молока вырос на 3%,в основном за счет роста производства сельскохозяйственных организаций (+4%). Устойчивый рост российского производства молока обусловлен сокращением импортных поставок и ростом спроса со стороны молокоперерабатывающих предприятий. Постепенное увеличение надоев на одну голову, стало возможно ввиду интенсификации модернизации отрасли, использования высо-

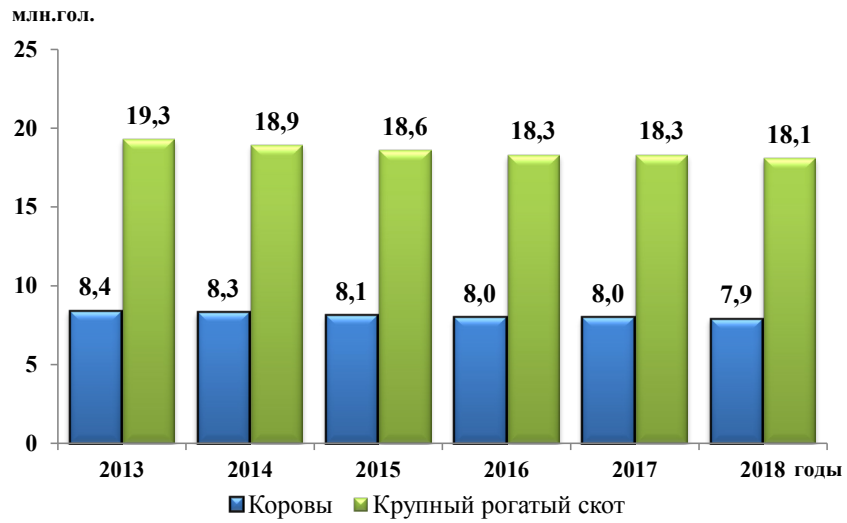


Рис. 1. Сравнительная характеристика поголовья КРС (в том числе коровы) в 2013-2018 г.г., млн. голов

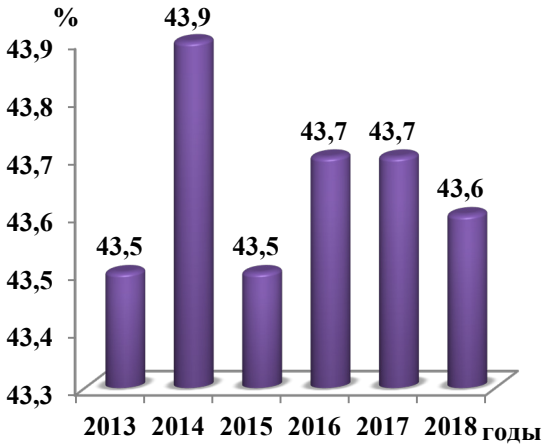


Рис. 2. Доля коров в поголовье КРС в 2013-2018 г.г., в %

Таблица 1 – Показатели производства молока

Показатель	2013г.	2014г	2015г	2016г	2017г	2018г
Надой на 1 корову в с/х организациях, кг.	4519	4841	5140	5370	5838	5962
Валовый надой молока в хозяйствах всех категорий, млн. т	30,53	30,79	30,8	30,76	30,15	30,6

копродуктивных пород, современных технологий содержания и кормления скота, воспроизводства стада.

Актуальной остается задача по наращиванию экспорта молока. В 2018 году поставки молока за рубеж снизились на 12%, составив 243,5 млн. долларов. По предварительным прогнозам, в 2019 г. рост экспорта молочной продукции составит 15%, в перспективе до 2025 года молочный экспорт может вырасти до 1 млрд. долларов США. Сегодня в основном Россия поставляет свою продукцию в страны ЕАЭС и СНГ. В рамках национального проекта «Международная кооперация и экспорт» и федерального проекта «Экспорт продукции АПК» поставлена задача нарастить экспорт молочной продукции, в частности за счет роста поставок на рынок Китая и страны Юго-Восточной Азии.

Территориальная структура производства молока стабильна. В 2018 г. на Приволжский и Центральный федеральные округа пришлось 50% всего надоя молока в России – 9,5 млн. и 5,8 млн. тонн соответственно. В Дальневосточном федеральном округе самый низкий уровень выпуска молока: в 2018 г. там был произведен 1 млн. тонн молока (рис.3).

Самым крупным производителем молока является Приволжский федеральный округ, суммарная доля которого в общем объеме выпуска молока России в 2018 г. составила 31 % [1].

Что касается отдельных регионов, то лидерство в 2018 году сохранил Татарстан, нарастивший производство молока на 1,3% до 1,8 млн. т. Вторую позицию занимает Башкирия, которая увеличила объемы на 0,9% до 1,6 млн. т. На третьем месте в стране по производству молока – Краснодарский край, где показатель за год увеличился на 5% до 1,45 млн. т.

В 2018 году по сравнению с 2017 годом в России произошло снижение потребления молока и молочной продукции в пересчете на молоко на 4% — до 225 кг на человека. За последние пять лет потребление также сократилось (−9%). Динамика связана со снижением реальных располагаемых доходов населения и их покупательной способности на фоне продолжающегося повышения цен на большинство категорий молочной продукции. Разница между объемами потребления людей с наибольшими и наименьшими доходами в России составляет около 100 кг на душу населения (Рис. 4).

Важной и актуальной задачей в настоящее время остается проблема качества молока. Роскачество по поручению Правительства РФ совместно с Рос-

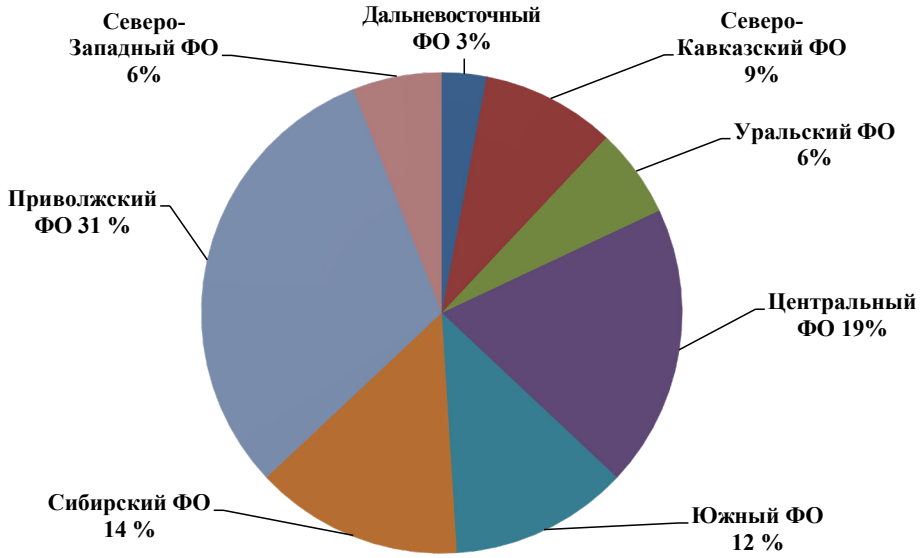


Рис. 3. Доли федеральных округов-производителей молока в 2018 г.

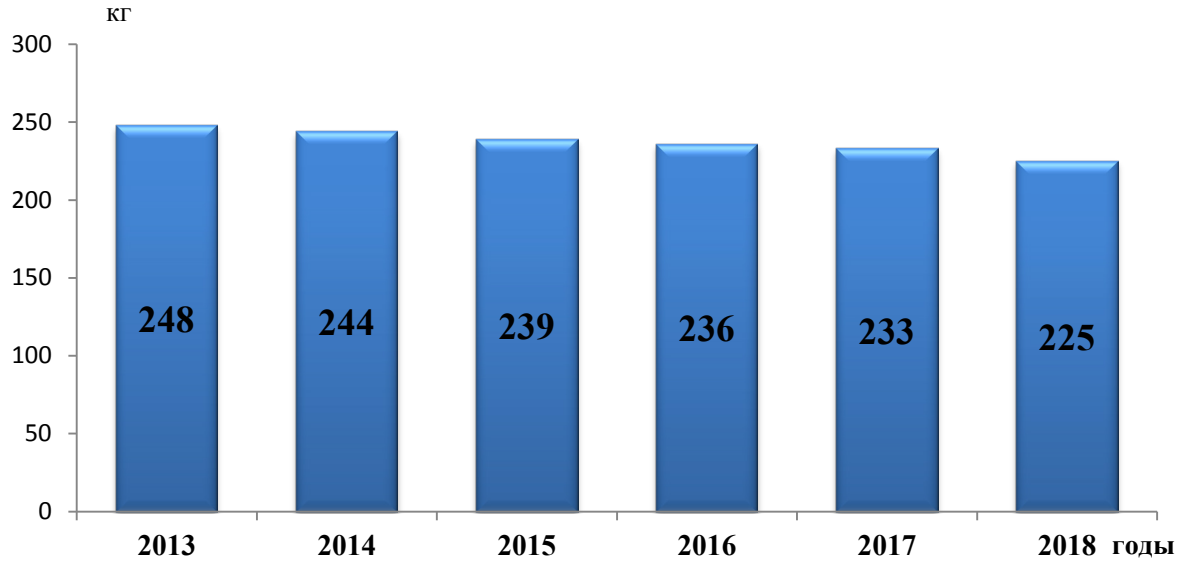


Рис. 4. Потребление молочных продуктов в России в целом, кг на человека в год

сельхознадзором и Роспотребнадзором проводило в конце 2018 года проверку качества молока. Исследование молока жирностью 3,2% проходило в семи федеральных округах и коснулось 90 самых популярных в России торговых марок.

Молоко проверяли по 26 показателям качества и безопасности, а именно – на соответствие обязательным требованиям, включая расширенную группу антибиотиков, микробиологические показатели, в том числе, наличие кишечной палочки, дрожжей, плесени, а также на фактическое содержание жира, соответствие заявленной информации на этикетке. Важный вектор исследования – проверка на предмет фальсификаций и снижения себестоимости продукта.

Результаты первого всероссийского исследования качества молока показали, что 72 товара из 90 полностью соответствуют обязательным требованиям. Товары с нарушениями (разного уровня серьезности) занимают 20,5% рынка.

Результаты исследования не подтвердили многих потребительских мифов, в частности, что питьевое молоко разбавляют, массово снижают себестоимость за счет добавления растительных жиров, крахмала или других загустителей. Как показало исследование, ситуация с молоком складывается достаточно оптимистично: нарушения носят скорее единичный характер и уж точно не являются тенденцией.

Лидерами по качеству стали производители из Архангельской, Белгородской, Вологодской, Иркутской, Калининградской, Кировской областей, Краснодарского края, Нижегородской, Оренбургской областей, Пермского края, Самарской области, республик Карелия и Адыгея, Тюменской и Челябинской областей.

Нарушения разного уровня найдены в продукции 18 торговых марок из 90. Так, фальсификация немолочными жирами выявлена в 8 случаях. В Приволжском федеральном округе Роскачество об-

наружило их в трех марках из 16 («Добрая буренка» (Саратовская область), «Свое наше» (Башкирия) и «Ташлинский МПЗ» (Оренбургская область)), а в Южном округе – в двух из семи марок («Волжаночка» (Волгоградская область) и «Молочный родник» (Ставропольский край)), в Центральной России еще в трех - «36 копеек» (Москва), «Лакомо» (Орловская область) и «Народное» (Рязанская область).

Важным вектором исследования стало выявление антибиотиков в продукте: превышение количества антибактериальных веществ над разрешенным уровнем было обнаружено в 5 случаях из 90. Проверка на антибиотики показала, что в молоке трех торговых марок из СФО зафиксированы превышения Технического регламента по антибиотикам: «Нарада» (Красноярский край) – по пенициллину, «Семёнишна» (Хакасия) – по антибиотикам тетрациклиновой группы, и «Таёжный Исток» (Красноярский край) – по пенициллину и левомицетину.

В ходе проверки на свежесть и качество молока специалисты Роскачества сделали следующие выводы: все исследованное молоко было свежим (с оптимальной кислотностью), практически все содержало достаточное количество белка, а показатель СОМО, демонстрирующий качество продукта, во всех округах, кроме ЦФО, был стандартно высок.

Согласно прогнозам аналитического центра MilkNews, в 2019 г. темпы роста производства товарного молока сохранятся в результате восстановления баланса спроса и предложения, ввода новых комплексов и продолжающейся интенсификации производства.

В 2018 году на возмещение 25% прямых понесенных затрат при реализации проектов в молочном животноводстве было направлено 6 млрд. руб. Пока не будет достигнута самообеспеченность по молоку, государство сохранит эти субсидии, эта мера поддержки продлена на 2019 год. Сохранение государственной поддержки молочного животноводства будет стимулировать инвестиции в производство и переработку молока.

Также поддержка оказывается малым формам хозяйствования и начинающим фермерам – в прошлом году гранты получили свыше 3 тыс. хозяйств, порядка 60% которых специализируются на молочном скотоводстве. Таким образом, государством в 2018 году выделено более 28,3 млрд. рублей на развитие молочной отрасли.

Федеральная государственная поддержка молочной отрасли остается на сравнительно стабильном уровне Государственная поддержка молочной отрасли остается одним из наиболее важных факторов устойчивого развития всего сектора. В условиях растущей себестоимости производства, падения цен и ограниченного спроса сельхозтоваропроизводители балансировали на грани рентабельности в течение 2018 года. Появление и развитие инструмента льготного кредитования АПК в 2017 – 2018 годах, компенсация части прямых понесенных затрат при строительстве молочных ферм, стимулирование производства товарного молока (субсидия на 1 кг реализованного молока), финансовое обеспечение реализации существующих мер государственной поддержки – все это способствует активному привлечению в отрасль новых инвесторов, развитию малых форм хозяйствования, реализации инвестиционных проектов и наращиванию производства действующими участниками отрасли за счет повышения эффективности производства, модернизации мощностей, совершенствования генетического потенциала животных. Сохранение объемов поддержки молочной отрасли в 2019 году на уровне не ниже 2018 года позволит сохранить позитивный тренд развития молочной отрасли и достигнуть в ближайшее время уровня продовольственной безопасности России в отношении молока и молочной продукции.

Подтверждением того, что у молочной отрасли большой потенциал роста, служит приход в Россию в последние годы ряда новых крупных международных игроков – Olam, DMK, Savencia, Fonterra, TH Milk.

Наращивают производство и те компании, которые давно работают на этом рынке - Danone, Valio, Arla Foods, Hochland, Lactalis, Вимм-Билль-Данн (PepsiCo), ГК Ренна, ГК Молвест, ГК Милком (Комос Групп), ЭкоНива.

Позитивной динамике способствует активная поддержка отрасли со стороны государства: это субсидии по инвестиционным и краткосрочным кредитам, субсидии, направленные на возмещение части затрат на строительство молочных ферм, на повышение продуктивности молочного скотоводства.

Выводы

1. На внутреннем российском рынке сохраняется устойчивый рост производства товарного молока. Позитивной динамике способствует активная поддержка отрасли со стороны государства: это субсидии по инвестиционным и краткосрочным кредитам, субсидии, направленные на возмещение части затрат на строительство молочных ферм, на повышение продуктивности молочного скотоводства. В 2018 году государство выделило более 28,3 млрд. руб. на развитие молочной отрасли.

2. Результаты первого всероссийского исследования качества молока показали, что 72 товара из 90 полностью соответствуют обязательным требованиям. Товары с нарушениями (разного уровня серьезности) занимают 20,5% рынка. Как показало исследование, ситуация с молоком складывается достаточно оптимистично: нарушения носят скорее единичный характер и уж точно не являются тенденцией.

3. Интенсификация остается основным инструментом повышения эффективности производства в молочной отрасли. При этом сохраняется

значительный потенциал наращивания производства даже при существующем поголовье коров. Залогом успешного развития отрасли в краткосрочной перспективе станет внедрение современных технологий кормления и содержания скота, воспроизводства стада, развитие генетики.

4. Актуальной остается задача по наращиванию экспорта молока. В 2018 году поставки молока за рубеж снизились на 12%, составив 243,5 млн. долларов. По предварительным прогнозам, в 2019 г. рост экспорта молочной продукции составит 15%, в перспективе до 2025 года молочный экспорт может вырасти до 1 млрд. долларов США.

Список литературы

[1] Горощенко, Л.Г. Динамика производства молока / Л.Г. Горощенко // Молочная промышленность. 2019. № 5. С. 4-7.
[2] Зимняков, В.М. Состояние и перспективы производства молока / В.М. Зимняков // Вестник ВНИИМЖ. 2016. № 2 (22). С. 134-138.
[3] Зимняков, В.М. Молочнопродуктовый подкомплекс региона (Теория, методология, практика). Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук /Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве РАСХН. Москва, 2009. – 340 с.
[4] Зимняков, В.М. Система индикативного планирования молочнопродуктового подкомплекса / В.М. Зимняков // Нива Поволжья. 2014. № 2 (31). С. 124-129.
[5] Зимняков, В.М. Экономико-технологические аспекты производства и переработки продукции животноводства / В.М. Зимняков, И.В. Гаврюшина // Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. Пенза, 2016. – 178 с.
[6] Мерешкин, В.А. Состояние и развитие молочной отрасли в России / В.А. Мерешкин, Ю.В. Малькова // Молодежь и наука. 2017. № 4-2. С. 16.
[7] Фудина, Е.В. Проблемы и региональные особенности функционирования молочнопродуктового подкомплекса / Е.В. Фудина, С.А. Савватеева // Нива Поволжья – №3(40). – 2016. – С. 136-140.

References

[1] Gorodenco, L. G. Edidit de productione lac [Dynamics of milk production]. Dairy industry, 2019, no. 5, pp. 4-7.
[2] Zimnyakov, V. M. Status et spes lac productio [State and prospects of milk production]. Bulletin of VNIIMI, 2016, no. 2 (22). pp. 134-138.
[3] Zimnyakov V. M. Monochloroacetic subcomplex de regione (Theoria, methodo, usu. Dissertationem pro gradu doctoris oeconomicae Scientiae [Dairy subcomplex of the region (Theory, methodology, practice). Thesis for the degree of doctor of economic Sciences]. Russian scientificae investigationis Instituti organizationem productio, labor et administratione in agricultura RAAS. Moscow, 2009. 340 p.
[4] Zimnyakov V. M. Ratio indicat sapien lacticiniis productum subcomplex [System of indicative planning of dairy subcomplex]. Niva Povolzhya, 2014, no. 2 (31), pp. 124 - 129.
[5] Zimnyakov V. M., Gavryushina I. V. Oeconomica et technicae rationes productionem et processus iumenta products [Economic and technological aspects of production and processing of animal products]. Penza, Penza statu rusticarum Academia, 2016. 178 p.
[6] Mereshkin, V. A., Malkova Yu. V. Status et progressum dairy industria in Russia [The state and development of the dairy industry in Russia] Youth and science, 2017, no. 4-2. pp. 16.
[7] Fudina, E. V., Savvateeva S. A., Quaestiones et bibendum features of muneris mrocznebractwo podkonicky [Problems and regional features of functioning of dairy subcomplex]. Niva of the Volga region, 2016, no. 3 (40), pp. 136-140.

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 Agricultural University **Phone:** +7(927) 444-33-22 **E-mail:** zimnyakov@bk.ru

УДК 339.137.2:338.43

Оценка конкурентоспособности пастеризованного молока с учетом показателей, регламентирующих его качество

Курочкин А.А.

Аннотация. Общепринятая методика оценки конкурентоспособности пищевых продуктов в своей основе предполагает определение единичного, группового и интегрального показателей, значения которых для отдельных групп пищевых продуктов имеют различную информационную ценность. В работе на примере пастеризованного молока рассматривается определение конкурентоспособности продуктов питания с учетом показателей, регламентирующих их качество.

Ключевые слова: конкурентоспособность, пастеризованное молоко, качественные показатели, единичный и групповой показатель, интегральный показатель конкурентоспособности.

Для цитирования: Курочкин А.А. Оценка конкурентоспособности пастеризованного молока с учетом показателей, регламентирующих его качество // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 62–67.

Assessment of competitiveness of pasteurized milk taking into account the indicators regulating its quality

Kurochkin A.A.

Abstract. The generally accepted method of assessing the competitiveness of food products in its basis involves the definition of a single, group and integral indicator, the value of which for individual groups of food products has different information value. The paper considers the definition of competitiveness of food products taking into account their specificity on the example of pasteurized milk.

Keywords: competitiveness, pasteurized milk, quality indicators, single and group indicator, integral indicator of competitiveness.

For citation: Kurochkin A.A. Assessment of competitiveness of pasteurized milk taking into account the indicators regulating its quality. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 62–67. (In Russ.).

Введение

Обеспечение конкурентоспособности продуктов питания предполагает наличие показателей, характеризующих данное свойство товара объективной и, желательно, количественной мерой. В настоящее время очевидно, что практически по каждой группе оцениваемых пищевых продуктов должна быть своя особенность методики оценки конкурентоспособности, которая бы учитывала особенности формирования данного сегмента товарного рынка и основные тенденции научно-технического прогресса в соответствующих технологиях.

Известно, что начальным этапом оценки конкурентоспособности любого товара является определение цели исследования соответствующего показателя. Если данный показатель необходим для определения положения данного товара в ряду аналогичных, то достаточно провести его прямое сравнение с аналогом по главным параметрам.

При исследовании, ориентированном на оценку перспектив сбыта товара на конкретном рынке, анализ предполагает использование информации, включающей сведения об изменении конъюнктуры рынка, о товарах, которые выйдут на рынок, динамику спроса, предполагаемые изменения в соответствующем законодательстве и др. [1, 3, 4].

Любой товар обладает комплексом свойств, определяющих степень его пригодности к использованию в конкретных условиях. При этом чтобы объективно оценить конкурентоспособность товара, производитель должен при анализе использовать те же критерии, которыми оперирует потребитель. Только в этом случае можно ожидать, что

оценка, данная своему товару предприятием-изготовителем, совпадает с мнением покупателя [2].

При оценке конкурентоспособности пищевых продуктов обычно предполагается, что их основные свойства, например, питьевого пастеризованного молока, отражают в основном качественные характеристики продукции, а экономические параметры, применяемые при оценке конкурентоспособности, характеризуются структурой полных затрат потребителя (ценой потребления), которая сводится в основном к цене предложения (реализации) [5].

Таким образом, параметры, характеризующие конкурентоспособность питьевого пастеризованного молока, могут отражать их качественную и экономическую (формирующие цену реализации) сущность.

Цель работы – обосновать параметры питьевого пастеризованного молока, позволяющие провести объективную оценку его конкурентоспособности.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – питьевое пастеризованное молоко, реализуемое в сети розничной торговли. В работе применялись общие методы маркетингового анализа товара.

Результаты и их обсуждение

К качественным показателям пастеризованного молока относятся органолептические (сенсорные) свойства продукта, которые можно в принципе определить безаппаратурными методами. К таким показателям относятся: внешний вид, консистенция, цвет, вкус и запах.

На первом этапе маркетинговых исследований эти свойства продукта можно рассматривать с позиции требований ГОСТ Р 52054-2003 молоко сырое коровье. Согласно этому регламентирующему документу, исследуемый продукт должен представлять собой однородную жидкостью без осадка и хлопьев, от белого до светло-кремового цвета, без посторонних запахов и привкусов, не свойственных свежему натуральному молоку [8].

К качественным показателям молока сырого коровьего, которые определяются с помощью соответствующих приборов и методик можно отнести массовую долю белка, титруемую кислотность, группу чистоты, плотность, температуру замерзания и др. Следует отметить, что приведенные показатели и их числовые значения характеризуют молоко, используемое в качестве сырья.

Как готовый пищевой продукт молоко должно отвечать в первую очередь требованиям ГОСТ 31450-2013. Данный стандарт считает актуальными такие общие показатели продукта как внешний вид, консистенция, вкус и запах, а также цвет. Частные показатели продукта сопряжены с конкретным значением содержания в молоке массовой доли жира [6].

По физико-химическим показателям продукт с различной массовой долей жира (0,5-9,5 %) должен соответствовать следующим нормам: плотность – 1030-1024 кг/м^3, массовая доля белка – не менее 3,0 %, титруемая кислотность – 20-21 °Т, группа чистоты – не ниже 1 группы.

В том случае, если плотность молока не соответствует стандарту, можно говорить о фальсификации продукта или более низкой, чем необходимо жирности. В соответствии с ГОСТ 31450-2013 плотность молока с жирностью от 2,7 до 4,5% должна быть равна 1027 кг/м^3. Если плотность ниже 1027 кг/м^3, то можно подозревать, что молоко разбавлено водой: добавление к молоку 10% воды снижает плотность на 3 кг/м^3 [10].

Титруемая кислотность молока измеряется в градусах Тернера (°Т). Численное значение этого показателя отражает объем водного раствора гидроокиси натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм3, необходимый для нейтрализации 100 г (см^3) исследуемого продукта. Кислотность свежевыдоенного молока обычно равна 16÷18°Т, допустимое значение для питьевого молока с массовой долей жира 0,5-4,5 % содержанием – не более 21°Т.

Контроль эффективности пастеризации молока на перерабатывающих предприятиях может выполняться микробиологическим и химическим (ферментные пробы) способами.

Микробиологический метод основан на оценке пробы продукта на наличие бактерий группы кишечных палочек и может быть проведен вне зависимости от качества готовой продукции. Пастеризация считается эффективной при отсутствии бактерий данной группы в пробе молока объемом 10 см^3.

Эффективность пастеризации химическим методом контролируют, применяя реакцию на наличие в продукте фермента пероксидазы или фосфатазы. ГОСТом предусматривается применение двух методов определения пероксидазы – по реакции с солянокислым парафенилендиамином и йодистокалиевым крахмалом и двух – с фосфатазой (по реакции с 4-аминоантипирином и с фенолфталеинфосфатом натрия).

Первый метод основан на разложении перекиси водорода ферментом пероксидазы, содержащейся в молоке и молочных продуктах. Освобождающийся при разложении перекиси водорода активный кислород окисляется парафенилендиамином, образуя соединение синего цвета. При отсутствии фермента пероксидазы в молоке и молочных продуктах цвет содержимого пробирки не изменяется. Такая реакция свидетельствует о том, что молоко и молочные продукты не подвергались пастеризации или подвергались пастеризации при температуре ниже 80°С, или были смешаны с непастеризованными продуктами. Чувствительность этого метода позволяет обнаружить добавление не

менее 5 % непастеризованных молочных продуктов к пастеризованным.

Сущность второго метода заключается в том, что

освобождающийся при разложении перекиси водорода активный кислород окисляет йодистый калий, освобождая йод, образующий с крахмалом соединение синего цвета.

При отсутствии фермента пероксидазы в молоке и молочных продуктах цвет содержимого пробирки не изменится. Следовательно, можно предположить, что в данном случае исследуемый продукт подвергался пастеризации при температуре не ниже 80°С. При этом следует иметь ввиду, что появление окраски в пробирках более чем через 2 минуты после добавления йодистокалиевого крахмала и перекиси водорода не указывает на отсутствие пастеризации, так как может вызываться разложением реактивов. Чувствительность этого метода примерно одинакова с первым, а для кисломолочных продуктов с немолочными компонентами точность метода достигает 0,5% [7].

При оценке конкурентоспособности пастеризованного молока обычно считается, что оно соответствует требованиям технического регламента на молоко и молочную продукцию, в противном случае коэффициент, с помощью которого оцениваются нормативные требования к продукту, принимается равным нулю и продукт признается неконкурентоспособным [9].

При оценке конкурентоспособности молочных продуктов определенную трудность вызывает такой параметр как упаковка. В сущности, этот параметр может оцениваться отдельно. Вместе с этим упаковка молочной продукции влияет на качество, срок и удобство хранения продукта потребителем и естественно на цену молока.

С этой точки зрения для упрощения методики возможно параметр «упаковка» учитывать в стоимости продукта, добавляя к цене с худшей упаковкой молока, например, 5% стоимости. Данное обстоятельство приводит к мысли, что для более точной оценки конкурентоспособности пастеризованного молока целесообразнее сравнивать образцы с одинаковой упаковкой.

С другой стороны, оценивать конкурентоспособность, только сравнивая параметры анализируемого товара с параметрами аналогичных товаров, имеющихся на рынке, методологически не совсем верно, потому что нет ответа, насколько эти конкурирующие товары удовлетворяют потребности покупателей и в какой мере они отвечают перспективным требованиям по потребительским свойствам. Поэтому изучение конкурентоспособности должно начинаться с выяснения потребностей потенциальных покупателей, то есть с установления товара-эталона или гипотетического товара (то есть товара, удовлетворяющего какую-либо потребность на 100%) [2-5].

Для выявления уровня конкурентоспособности в количественных единицах вычисляют единичные параметрические показатели своего товара и товара-конкурента, то есть по каждому из анализируемых показателей устанавливается процентное отношение его фактической величины к величине гипотетического товара.

Рассмотрим один из возможных вариантов определения конкурентоспособности питьевого нормализованного пастеризованного молока, выпускаемого условным предприятием А. При этом отметим, что предприятие Д выпускает продукт по технологии, позволяющей получать ультрапастеризованное молоко. В качестве объектов исследования возьмем пять образцов питьевого пастеризованного молока «А», «Б», «В», «Г», «Д» (табл. 1).

Известно, что при определении конкурентоспособности пищевых продуктов в первую очередь нужно учитывать результаты органолептической оценки. Для нашего случая эту оценку предлагается выполнить с помощью балльной системы, где каждый потребительский параметр оценивается по пятибалльной шкале.

Для оценки потребительских параметров пищевых продуктов в практике маркетинга широко применяется метод фокус-групп. В этом случае целесообразно сформировать несколько групп потребителей (3-5) по 5-8 человек. По результатам дегустации, обсуждения, сбора информации каждый член группы дает оценку по пятибалльной шкале каждому потребительскому параметру. В процессе обработки результатов исследования формируется анкета оценки потребительских параметров.

Органолептические показатели качества молока (цвет, вкус, запах) будем оценивать по 5-балльной шкале. Тогда максимальное количество баллов по каждому показателю равно 5 и соответственно максимальное количество баллов, которое может набрать исследуемый образец, равно 15 (табл. 2).

Как видно из табл. 2, лучшим по качеству является молоко производителя «Д» (15 баллов); не-

Таблица 1 – Показатели, характеризующие анализируемый продукт

Производитель (исследуемые образцы)	Торговая марка	Вид упаковки	Срок хранения, суток	Цена, руб. *
А	«Ферма №1»	полиэтиленовый пакет	5	48,15
Б	-	полиэтиленовый пакет	3	40,8
В	-	полиэтиленовый пакет	5	43,2
Г	«Сызранское молоко»	полиэтиленовый пакет	5	41,85
Д	«На лугу»	ТФА	45	47,55

Таблица 2 – Результаты балльной оценки молока

Показатель	Исследуемые образцы				
	А	Б	В	Г	Д
Цвет	5	4	5	4	5
Вкус	4	4	5	4	5
Запах	5	5	4	5	5
Сумма баллов	14	13	14	13	15

Таблица 3 – Единичные показатели конкурентоспособности по потребительным (органолептическим) параметрам молока, %

Показатель	Исследуемые образцы				
	А	Б	В	Г	Д
Цвет	100	80	100	80	100
Вкус	80	80	100	80	100
Запах	80	100	80	100	100

сколько уступает ему продукты «А» и «В»; средними по качеству можно считать молоко «Б» и «Г».

Таким образом, для расчета единичных показателей конкурентоспособности по потребительным параметрам (в нашем случае это потребительные свойства) за базу сравнения (образец) следует взять молоко «Д».

Тогда единичные показатели конкурентоспособности, рассчитанные по формуле (1) будут следующими (табл. 3).

$$q_i = \frac{P_{i0}}{P_i} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

где q_i – относительный единичный показатель конкурентоспособности; P_{i0} – значение i-го единичного показателя конкурентоспособности базового товара; P_i – значение i-го единичного показателя конкурентоспособности оцениваемого товара.

На базе единичных показателей найдем групповые показатели конкурентоспособности. Для показателей, характеризующих органолептические свойства молока, примем следующие коэффициенты весомости:

цвет – 0,3;

вкус – 0,4;

запах – 0,3.

По формуле (2) рассчитаем групповые показатели (в баллах) по потребительным параметрам для молока

$$I_п = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot m_i \qquad (2)$$

где q_i – i-й показатель конкурентоспособности по потребительным свойствам, рассчитанный выше; m_i – весомость i-го показателя потребительского свойства в общем наборе из n показателей, характеризующих потребность; n – число показателей.

Весомость i-го показателя потребительного свойства в общем наборе из n показателей, характеризующих потребность по методу предпочтения, определяется по формуле

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^{r} W_{ij}}{\sum_{i-1}^{n}\sum_{j=1}^{r} W_{ij}}, \qquad (3)$$

где W_{ij} – место, на которое поставлена весомость i-го показателя у j-го эксперта; r – количество экспертов; n – количество показателей.

«А» (100 х 0,3 + 80 х 0,4 + 80 х 0,3) = 86;

«Б» (80 х 0,3 + 80 х 0,4 + 100 х 0,3) = 86;

«В» (100 х 0,3 + 100 х 0,4 + 80 х 0,3) = 94;

«Г» (80 х 0,3 + 80 х 0,4 + 100 х 0,3) = 86.

Как видно из приведенных данных групповой показатель образца «В» существенно выше, чем у молока «А», тогда как их балльная оценка одинакова.

Таким образом, использование коэффициентов весомости позволяет получить более объективные результаты.

Единичные и групповые показатели, отражая степень удовлетворения потребности, все-таки не дают возможность оценить конкурентоспособность товара адекватно рыночным условиям.

Для этого необходимо сопоставить показатели анализируемого товара и его конкурента, а также выяснить, какой из них в большей степени соответствует потребности. Такое сопоставление позволит определить уровень конкурентоспособности данного товара в сравнении с товаром-конкурентом применительно к конкретной потребности.

Сравнивать можно разные образцы. Уровень конкурентоспособности по отношению к образцу «Д», рассчитанный по формуле (1), составит для молока: «А» = 0,86; «Б» = 0,86; «В» = 0,94; «Г» = 0,86.

В связи с тем, что сравнение показателей конкурентоспособности молока, вырабатываемого предприятием А, с ультрапастеризованным молоком, произведенным предприятием Д (тепловая обработка продуктов разная), не совсем корректно, выполним расчет интегрального показателя конкурентоспособности, сравнивая продукты «А» и «В» (продукт-образец).

В табл. 4 приведены характеристики анализируемого продукта и продукта-образца. При этом

Таблица 4 – Характеристика анализируемого продукта и продукта-образца

Параметр	Продукт А	Продукт В
Органолептическая оценка, балл	14	14
Цена, руб./л	48,15	43,2

принимаем во внимание, что организационные параметры в данном случае не сопоставляются).

Оцениваемые продукты одинаково удовлетворяют нормативным параметрам (первый – ТУ, второй – ГОСТУ). Поэтому для каждого из сравниваемых товаров групповой показатель по нормативным параметрам принимается равным 1, и, следовательно, $I_{НП} = 1$.

Групповой показатель конкурентоспособности по экономическим параметрам можно определить, разделив цену анализируемого продукта на цену продукта-образца

$$I_{ЭП} = \frac{C_{П}}{C_{ПО}} = \frac{48,15}{43,2} = 1,11.$$

Групповой показатель конкурентоспособности молока по потребительным качествам (органолептическим свойствам) определим, сравнив групповые показатели в баллах анализируемого продукта и продукта-образца:

$$I_{ТП} = \frac{I_{Т}}{I_{ТО}} = \frac{86}{94} = 0,91.$$

Интегральный показатель конкурентоспособности пастеризованного молока, вырабатываемого предприятием А получим из выражения

$$K_{СП} = I_{НП} \cdot \frac{I_{ТП}}{I_{ЭП}} = \frac{0,91}{1,11} = 0,82.$$

Полученное значение $K_{СП}$ меньше 1, что позволяет сделать вывод о неконкурентоспособности молока, вырабатываемого предприятием А по сравнению с продуктом, выпускаемым предприятием В.

Выводы

Предлагаемый подход к оценке конкурентоспособности товара на основе учета его показателей качества позволяет оценивать питьевое пастеризованное молоко с учетом требований стандарта, запросов потребителей и предложений производителя продукта.

Список литературы

[1] Андреев С.П. О качестве и конкурентоспособности российской пищевой продукции / С.П. Андреев // Пищевая промышленность. 2003. №4. 46с.

[2] Багиев Г. Л. Маркетинг: Учебник для вузов. 3-изд. / Г.Л. Багиев, В.М. Тарасевич, Х. Анн. Под общ. ред. Г. Л. Багиева. СПб.: Питер, 2014. 736 с.

[3] Бобцова Л.Г. Оценка конкурентоспособности молока на региональных рынках / Л.Г. Бобцова // Аграрная экономика: история, проблемы, перспективы. Горки. 2000. ч. 2. С. 33-34.

[4] Брылев А. Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции /А. Брылев //АПК: экономика, управление. 1998. №10. С. 58-65.

[5] Васильева А. Оценка конкурентоспособности ассортимента продукции ОАО «Молочный комбинат Благовещенский» /А. Васильева, Ю. Костина // Практический маркетинг. 2006. № 6. С 14-22.

[6] ГОСТ 31450-2013 Молоко питьевое. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 8 с.

[7] ГОСТ 3623-2015 Молоко и молочные продукты. Методы определения пастеризации (с Поправкой). М.: Стандартинформ, 2016, 12 с.

[8] ГОСТ Р 52054-2003 Молоко коровье сырое. Технические условия (с Изменениями N1, 2). М.: Стандартинформ. 2018. 18 с.

[9] Курочкин А. А. Маркетинг: 200 вопросов и ответов: учеб. пособие. / А.А. Курочкин, В.М. Зимняков, Г. В. Шабурова. Пенза: Копи-Riso, 2009. 152 с.

[10] Палаткин И.В. Учебно-методические рекомендации по техническому и технологическому обеспечению сельскохозяйственных потребительских кооперативов по переработке молока. /И.В. Палаткин, А.А. Курочкин, О.В. Атюкова и др. Пенза, 2009. 204 с.

References

[1] Andreev S. P. on the quality and competitiveness of Russian food products / S. P. Andreev / / Food industry. 2003. No. 4. 46c.

[2] Bagiev G. L. Marketing: a Textbook for universities. 3-ed. / G. L. Bagiev, V. M. Tarasevich, H. Ann. Under the General editorship of G. L. Bagiev. SPb.: Peter, 2014. 736 PP.

[3] Bobrova L. G. assessment of the competitiveness of the milk in regional markets / L. G. Bobrova // agrarian economy: history, problems, prospects. Chutes. 2000. CH 2. Pp. 33-34.

[4] Brylev A. Competitiveness of agricultural products /A. Brylev // agro-industrial complex: Economics, management. 1998. No. 10. Pp. 58-65.

[5] Vasilyeva, A. Evaluation of the competitiveness of the product range of JSC «dairy plant Blagoveshchensk» /A. Vasilyeva, Yu. Kostina / / Practical marketing. 2006. No. 6. Pp. 14-22.
[6] GOST 31450-2013 drinking Milk. Technical conditions. Moscow: STANDARTINFORM, 2014. 8 s.
[7] GOST 3623-2015 Milk and dairy products. Methods for determining pasteurization (Corrected). - Moscow: STANDARTINFORM, 2016. 12 p.
[8] GOST R 52054-2003 raw cow's Milk. Technical conditions (with Changes N1, 2). - M.: STANDARTINFORM. 2018. 18 p.
[9] Kurochkin, A. A. Marketing: 200 questions and answers: studies. benefit. / A. A. Kurochkin, V. M. Zimnyakov, G. V. Shaburova. Penza: Kopi-Riso, 2009. 152 p.
[10] Palatkin, I. V. Educational and methodical recommendations on technical and technological support of agricultural consumer cooperatives for milk processing. / I. V. Palatkin, A. A. Kurochkin, O. V. Atyukova et al. – Penza. 2009. 204 p.

Сведения об авторах

Курочкин Анатолий Алексеевич
доктор технических наук
профессор кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
Тел.: +7(927) 382-85-03
E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Information about the authors

Kurochkin Anatoly Alekseevich
D.Sc. in Technical Sciences
professor at the department of «Food productions»
Penza State Technological University
Phone: +7(927) 382-85-03
E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ENVIRONMENTAL PROTECTION

УДК 544.726

Влияние типа модификации диатомита на его сорбционную способность

Борисков Д.Е., Кузьмин А.А., Комарова Н.А., Давыдова М.А.

Аннотация. Исследованы процессы физико-химического модифицирования диатомита Ахматовского месторождения Пензенской области. Построены изотермы адсорбции, получены количественные характеристики величин адсорбции ионов меди на поверхности модифицированных и немодифицированных сорбентов.

Ключевые слова: аморфный кремнезем, модифицирование, адсорбент, очистка, сточные воды.

Для цитирования: Борисков Д.Е., Кузьмин А.А., Комарова Н.А., Давыдова М.А. Влияние типа модификации диатомита на его сорбционную способность // Инновационная техника и технология. 2019. № 3 (20). С. 68–74.

The influence of type of modification of diatomite in its sorption capacity

Boriskov D.E., Kuzmin A.A., Komarova N.A., Davydova M.A.

Abstract. The processes of physico-chemical modification of diatomite Akhmatovskoe deposits of the Penza region. Adsorption isotherms was constructed; quantitative characteristics of copper ion adsorption values on the surface of modified and unmodified sorbents was obtained.

Keywords: amorphous silica, modification, adsorbent, purification, wastewater.

For citation: Boriskov D.E., Kuzmin A.A., Komarova N.A., Davydova M.A. The influence of type of modification of diatomite in its sorption capacity. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.3 (20). pp. 68–74. (In Russ.).

Введение

Не секрет, что за последние несколько десятилетий гидросфера нашей планеты испытывает жесточайший пресс со стороны человека, который осознано или нет вносит все новые порции загрязнителей. В следствие этого существует актуальная задача по очистке загрязненных поверхностных водоемов и сточных вод и на сегодняшний день одна из прогрессивных технологий - адсорбционная. В последнее время диатомиты привлекли к себе внимание химиков, специализирующихся в области адсорбционных нанотехнологий. [12,13,14]. Поскольку диатомиты представляют собой отложения панцирей микроскопических диатомовых водорослей, обладающие такими физическими характеристиками, как высокая проницаемость и пористость, малый размер частиц, низкая теплопроводность и плотность, а также большая площадь поверхности, то они могут обладать высокой адсорбционной активностью [10-14]. С точки зрения химии скелет диатомовой водоросли представляет собой весьма интересное образование. Он состоит из аморфного, коллоидного кремнезема, который образовался за счет нестабильностей при диффузионном осаждении. Аморфный характер кремнезема в диатомите заметно отличает его от обычного кремнезема. Так, диатомит значительно легче и полнее растворяется в щелочах. [7].

В Российской Федерации диатомиты морских платформенных бассейнов палеоген-неогенового возраста выявлены в Поволжье (Инзенское, Атемарское и др.) и Зауралье (Ирбитское). В одном только из российских месторождений – Инзенском (Ульяновская область), мощность диатомита по оценкам специалистов достигает 50-60 м. Объемная масса его составляет 0.65 - 0.7 г/см^3, пористость 50-60%. Состав диатомита следующий: опаловых раковин диатомей –75.5%, глинистого материала – 22%, обломочного – 2.5%. [1] В начале двухтысячных годов в Пензенской области в Никольском района было выявлено два достаточно крупных месторождения

диатомитов Ахматовское и Холеневское), общие запасы которых составляют около 6,3 млн. т [2], поэтому представляется интересным изучение адсорбционных свойств указанных минералов в качестве адсорбционных материалов. [6, 12].

Целью работы являлось изучение влияния типа модификации природного диатомита на его сорбционные свойства по отношению к тяжелым металлам на примере ионов меди.

В связи с этим были поставлены следующие задачи: провести модификацию диатомита различными способами; построить изотермы адсорбции ионов меди на модифицированном и немодифицированном диатомите при непродолжительном (1 час) и длительном времени (24 часа) адсорбента с адсорбатом; по результатам эксперимента сделать вывод о выборе типа модификации для достижения максимальной адсорбции.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований был выбран диатомит Ахматовского месторождения Пензенской области, химический состав диатомита (%), полученный методом ИК- спектрометрии имел следующие значения: SiO_2–82,4, Al_2O_3–2,7 Fe_2O_3–1,8, CaO – 1,88, MgO – 0,91, прочие примеси – 9,1%. Помимо кремнезема в состав диатомита входят кристаллы солей Ca, Na, Fe, Al, органические вещества (до 9%). Кремнеземистая составляющая диатомита представлена в основном аморфной фазой с присутствием кристаллической фазы в виде β-кварца. [12] Исходя из литературных данных природные диатомиты обладают достаточно высокой сорбционной способностью, однако изменение и модификация поверхностных слоев может существенно увеличить сорбционную емкость. [9, 10, 11]

Модификация диатомита проводилась по следующим методикам: измельченный и просеянный диатомит массой 100 г. заливали в трехкратной повторности избыточным количеством (до 1 литра) 1 N HCl (кислотная активация); 1 N NaOH (щелочная активация) и перемешивали смеси механической мешалкой с частотой 800 оборотов/мин. в течение 1 часа. Время активации 1 час было выбрано исходя из методик, приведенных в работах по из-

Таблица 1 – Адсорбция на диатомите Cu^{+2}, масса адсорбента = 0,002 кг, Vр-ра =0,1 л

Тип модификации диатомита	C_0 (мг/л)	1 час	1 час	24 часа	24 часа
		C_1 (мг/л)	A (мг/кг)	C_1 (мг/л)	A (мг/кг)
1. «Щелочной» «OH»	0,067	0,012	2,75	0,001	3,345
2. «Кислотный» «H»	0,067	0,010	2,86	0,000	3,347
3. «Термический» «T»	0,067	0,021	2,3	0,000	3,35
4. «Природный» «N»	0,067	0,009	2,87	0,000	3,35
1. «Щелочной»	0,275	0,009	13,325	0,000	13,748
2. «Кислотный»	0,275	0,009	13,285	0,000	13,745
3. «Термический»	0,275	0,015	13	0,000	13,745
4. «Природный»	0,275	0,167	5,4	0,000	13,744
1. «Щелочной»	5	0,303	234,85	0,007	249,67
2. «Кислотный»	5	0,005	249,73	0,000	249,998
3. «Термический»	5	0,616	219,23	0,000	249,979
4. «Природный»	5	0,078	246,09	0,002	249,922
1. «Щелочной»	10	0,756	462,18	0,024	498,79
2. «Кислотный»	10	0,008	499,64	0,001	499,95
3. «Термический»	10	4,442	277,92	0,045	497,75
4. «Природный»	10	1,532	432,38	0,030	498,53
1. «Щелочной»	25	2,92	1104	0,428	1228,6
2. «Кислотный»	25	2,52	1124	0,238	1238,1
3. «Термический»	25	22,6	120	8,81	809,5
4. «Природный»	25	13,12	594	0,75	1212,5
1. «Щелочной»	50	7,588	2120,6	1,46	2427
2. «Кислотный»	50	20,292	1485,4	1,44	2428
3. «Термический»	50	46,092	195,4	8,81	2059
4. «Природный»	50	49,251	37,45	5,93	2203
1. «Щелочной»	112,7	21,52	4559	5,17	5376,5
2. «Кислотный»	112,7	69,05	2182,6	1,66	5552
3. «Термический»	112,7	107,55	257,5	24,59	4433,5
4. «Природный»	112,7	132,55	185	22,14	4528,1

учению Инзенского диатомита Ульяновской области. По мнению авторов, это оптимальное время контактирования природного диатомита с модифицирующим раствором. [9, 10, 11, 12, 13] По истечении указанного времени образцы промывались дистиллированной водой, нейтрализовались до pH примерно равным 7, высушивались при комнатной температуре, до состояния воздушно-сухого вещества. [3–5].

Термическая активация проводилась путем нагрева природного просеянного и промытого диатомита в муфельной печи в течение 3 часов при температуре 440–460 °С. Цвет термически модифицированного диатомита становился оранжево-бурым в отличие от исходного светло серого. [11, 12]

Стандартные растворы иона меди (+2) готовились на основе $Cu(NO_3)_2$ марки ХЧ, содержание ионов меди в стандартных растворах было 0,067, 0,275, 5,0, 10,0, 25,0, 50,0, 112,7 мг/л. Измерение концентрации меди в суспензиях проводилось методом потенциометрии с использованием медного ион-селективного электрода «ЭЛИС-131 Cu» и стандартного иономера «Эксперт 001» при ежедневной калибровке, постоянная ионная сила поддерживалась с помощью буферных растворов, значения потенциалов снимались при прекращении дрейфа сигнала. Изучение сорбционных процессов на адсорбентах проводилось по следующей методике: образцы диатомита массой 2 г в трехкратной повторности заливались стандартными медьсодержащими растворами (С0) объемом 100 мл и перемешивались на лабораторном встряхивателе, по истечении времени контакта адсорбента с адсорбатом 1ч и 24 часов снимались показания иономера и по градуировочному графику переводились в единицы концентрации. По формуле (1) рассчитывались величины адсорбции, по которым строились изотермы адсорбций. [10]

$$A = \frac{(C_0 - C_1) \cdot V_{р-ра}}{m_{адсорб}} = \left[\frac{мг}{кг}\right] \qquad (1)$$

Результаты и их обсуждение

По формуле (2) рассчитывались степени поглощения α

$$\alpha = \left(C_0 - \frac{C_{равн}}{C_0}\right) \cdot 100\% \qquad (2)$$

Диатомиты – уникальная природная форма диоксида кремния, образованная из остатков панцирей микроскопических диатомовых водорослей, содержащая еще некоторые элементы. Они обладают значительной внутренней поверхностью. Этот материал имеет в основном макропористую струк-

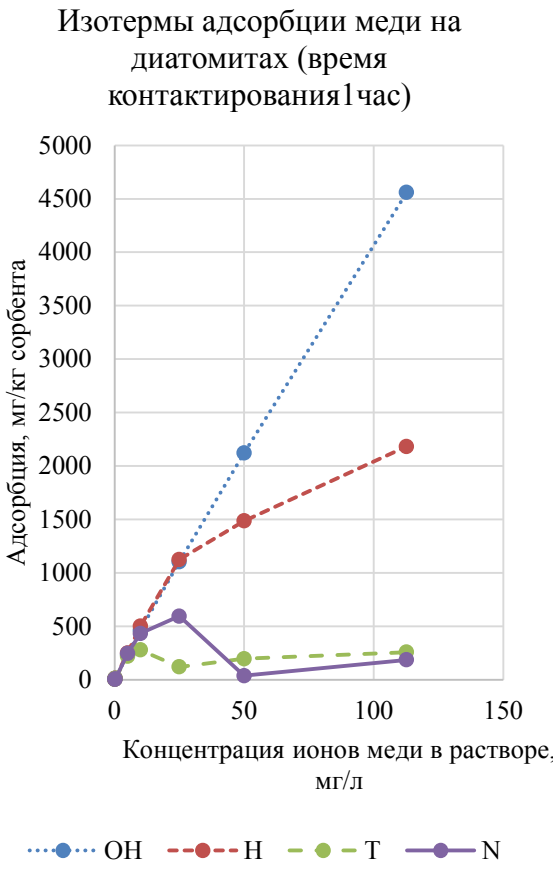


Рис. 1. Изотермы адсорбции, время контактирования 1 час

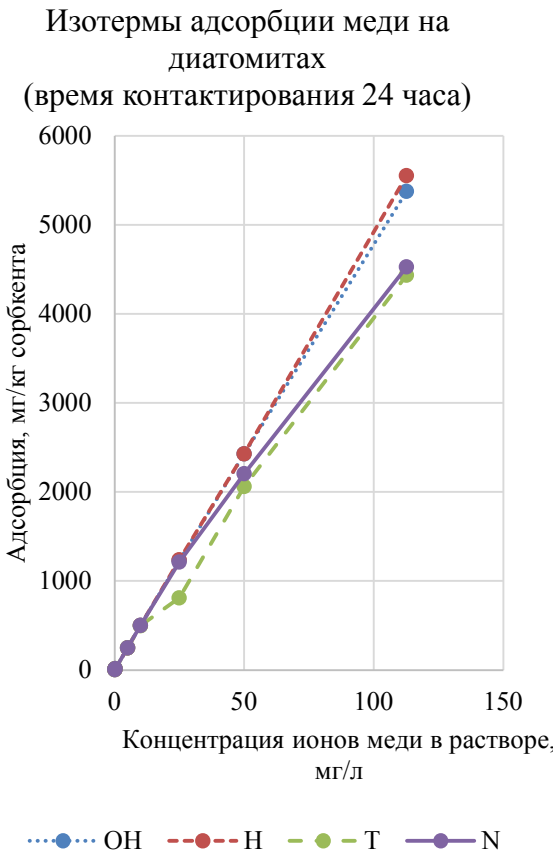


Рис. 2. Изотермы адсорбции, время контактирования 24 часа

Таблица 2 – Относительная степень поглощения диатомитами ионов меди при различных условиях

Тип модификации диатомита	C_0 (мг/л)	1 час $C_{равн}$ (мг/л)	1 час α, %	24 часа $C_{равн}$ (мг/л)	24 часа α, %
«Щелочной»	0,067	0,012	82,1	0,001	98,4
«Кислотный»	0,067	0,010	85,2	0,000	99,8
«Термический»	0,067	0,021	68,3	0,000	99,9
«Природный»	0,067	0,009	85,1	0,000	99,9
«Щелочной»	0,275	0,009	97,2	0,000	99,9
«Кислотный»	0,275	0,009	96,3	0,000	98,9
«Термический»	0,275	0,015	94,3	0,000	99,9
«Природный»	0,275	0,167	39,2	0,000	99,9
«Щелочной»	5	0,303	93,2	0,007	98,5
«Кислотный»	5	0,005	98,9	0,000	99,9
«Термический»	5	0,616	86,9	0,000	99,9
«Природный»	5	0,078	98,4	0,002	99,9
«Щелочной»	10	0,756	92,3	0,024	99,7
«Кислотный»	10	0,008	99,9	0,001	99,9
«Термический»	10	4,442	55	0,045	99,5
«Природный»	10	1,532	84,6	0,030	99,7
«Щелочной»	25	2,92	88,3	0,428	98,3
«Кислотный»	25	2,52	89,9	0,238	99,1
«Термический»	25	22,6	9,9	8,81	67,7
«Природный»	25	13,12	45,9	0,75	96,9
«Щелочной»	50	7,588	84	1,46	97,1
«Кислотный»	50	20,292	59,4	1,44	97,1
«Термический»	50	46,092	7,4	8,81	82,4
«Природный»	50	49,251	1,4	5,93	88,1
«Щелочной»	112,7	21,52	80,9	5,17	95,4
«Кислотный»	112,7	69,05	38,7	1,66	98,5
«Термический»	112,7	107,55	5,1	24,59	78
«Природный»	112,7	132,55	0	22,14	80,3

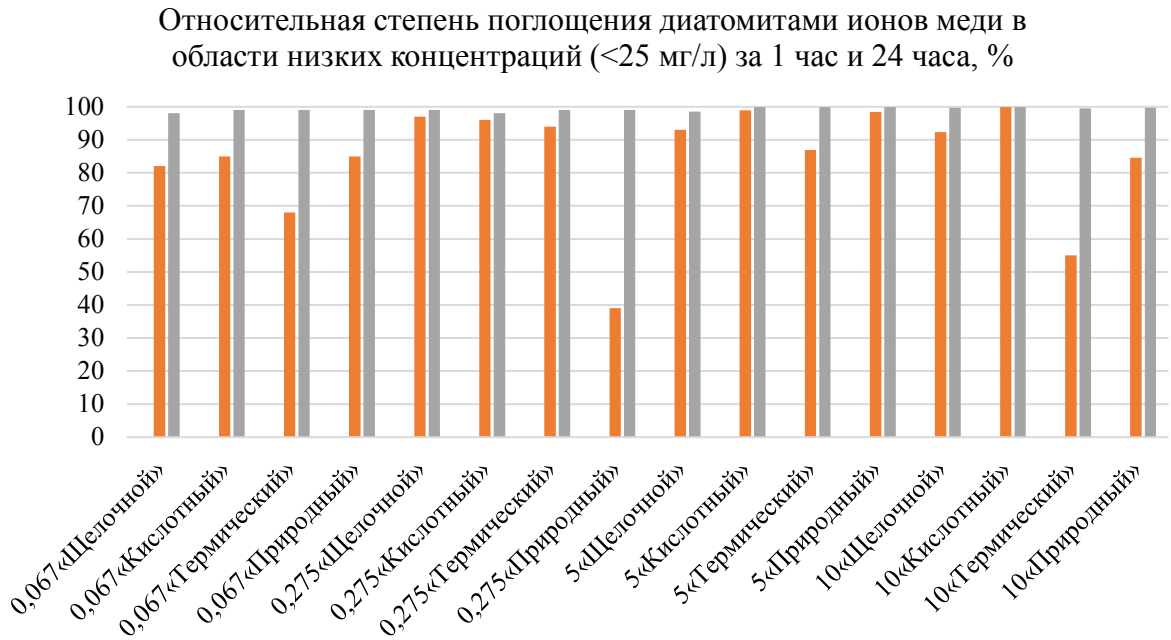


Рис. 3. Относительная степень поглощения диатомитами ионов меди при низких концентрация адсорбата

Рис. 4. Относительная степень поглощения диатомитами ионов меди при высоких концентрация адсорбат

туру, поры с радиусом 3–40 мкм составляют лишь 12-15 % суммарного объема пор. [3, 9, 12] Природные минералы не обладают достаточными сорбционными свойствами для их использования в технологиях очистки воды и технологических растворов. Поэтому сорбенты модифицируются химическими или термическими способами. В нашем случае модификация природного диатомита проводилась кислотой, щелочью и термически. Практически во всех случаях диатомиты, модифицированные щелочью и кислотой, давали лучшие результаты по сравнению с не модифицированным диатомитами. Активация щелочами приводит к растворению аморфного кремния, высвобождает гидроксильные группы, что в конечном итоге увеличивает число активных сорбционных центров, что в целом подтверждает литературные данные. [7 ,9, 11] Особенно значимо это проявилось в случае минимального (1 час) контакта адсорбента с адсорбатом, что показано на рисунке 1.

Кислотная активация приводит к растворению соединений железа, высвобождает микро и нано поры, что в конечном итоге также приводит к увеличению сорбционной активности, [7, 13] при этом адсорбционное равновесие достигается значительно дольше. Графики зависимостей представлены на рисунке 2.

Немодифицированный природный диатомит обладает значительной сорбционной активностью по отношению к ионам меди, особенно в области низких концентраций адсорбата, при увеличении концентрации ионов меди в растворах происходит снижение сорбционной активности, особенно при малом времени контактирования. (таблица 1)

Адсорбционная способность термически модифицированного диатомита по отношению к ионам меди несколько снижается по сравнению с природным диатомитом. Как возможный вариант объяснения этого является уменьшения полярных гидроксильных групп на поверхности диатомита. При термообработке выше 300 °C происходит конденсация силанольных групп с образованием силоксановых связей, что подтверждается литературными источниками [8, 11].

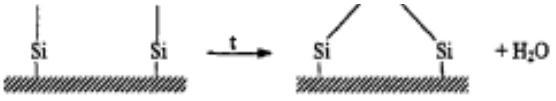


Рис.5. Схема образования силоксановых связей

Из результатов исследования и полученных данных следует, что относительна степень извлечения (α) катионов меди из растворов варьируется в достаточно широких интервалах. Максимальна в области низких концентраций адсорбата для всех видов диатомита и минимальна в области высоких концентраций, особенно в случае термической обработки и необработанного природного диатомита. Химически модифицированные продукты, особенно щелочная модификация характеризуется достаточно высокими значениями степени извлечения от 80% до 99% в зависимости от исходной концентрации. Следует отметить, что при незначительном времени контактирования (около 1 часа) максимальную степень поглощения показал диатомит, модифицированный щелочью. (таблица 2, рис. 3, 4). Полученные результаты согласуются с выводами из литературных источников [4, 5].

Выводы

На основании полученных данных можно заключить, что любая химическая модификация как щелочная, так и кислотная, приводит к увеличению сорбционной способности диатомита по отношению к ионам меди по сравнению с природными немодифицированными образцами.

Результаты исследований позволяют сделать вывод о предпочтительном использовании щелочной модификации диатомита в случае непродолжительного контакта адсорбента с адсорбатом по сравнению с другими исследованными методами активации.

Адсорбционная способность термически модифицированного диатомита по отношению к ионам меди снижается по сравнению с природным диатомитом.

Химически модифицированные продукты, особенно щелочная модификация характеризуется достаточно высокими значениями степени извлечения от 80% до 99% в зависимости от исходной концентрации.

Список литературы

[1] Демидов И.Н., Шелехова Т.С. Диатомиты Карелии (особенности формирования, распространения, перспективы использования). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2006, 89 с.

[2] Министерство промышленности, транспорта и инновационной политики Пензенской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://prom.pnzreg.ru/.

[3] Физико-химическое модифицирование отходов производства диатомового кирпича для использования в качестве сорбционного материала / В.В. Барчуков, М.Ю. Сумароков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. том 16. №4(3). 2014 С. 504-506.

[4] Бузаева М. В., Климов Е. С., Кириллов А. И. Физико-химические свойства природных сорбентов Ульяновской области // Баш. хим. ж.. 2010. №4. С.37–40

[5] Модифицирование природных минеральных систем для очистки воды от радионуклидов / Е.П. Клочков, В.И. Павленко, П.В. Матюхин, А.В. Ястребинская // Современные проблемы науки и образования. 2012. №6. С. 32–35.

[6] Борисков Д.Е., Блинохватов А.А. Диатомиты Пензенской области и их использование в качестве универсальных сорбентов при очистке воды для нужд пищевой промышленности // Инновационная техника и технология. 2018. № 1(14). С. 47–49

[7] Климов, Е.С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М.В. Бузаева. Ульяновск: УлГТУ, 2011. 201 с.

[8] Кондрашова А. В. Химическое модифицирование природного сорбента // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. Т. 26. С. 286–290. URL: http://e-koncept.ru/2014/64358.htm.

[9] Физико-химические и адсорбционно-структурные свойства диатомита, модифицированного соединениями алюминия /Дацко Т.Я., Зеленцов В.И., Дворникова Е.Е. // Электронная обработка материалов. 2011. 47(6). С. 59–68.

[10] Тарасевич Ю.И. Адсорбция и адсорбенты. Москва: Наука, 1987. 329 с.

[11] Лисин С. А. Модифицирование биогенного кремнезема и пути его использования: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук: 03.00.16 / Казань. 2004. 23 с.

[12] Влияние щелочной активации на структуру и свойства диатомита / Е. А. Никифоров, В. И. Логанина, Е. Е. Симонов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2011. №2. С. 30–32.

[13] Физико-химические основы получения адсорбента на основе диатомита / Максатова, А. М., Везенцев, А. И., Михайлюкова, М. О., Калашникова, Л. А. // Вестник современных исследований. 2017. №7-1 (10). С. 162–169.

[14] Wu J., Yang Y.S. and Lin J. Advanced Tertiary Treatment of Municipal Wastewater Using Raw and Modified Diatomite. J. Hazard Mater. 2005, 127, 196–203.

References

[1] Demidov I.N., Shelekhova T.S. Diatomity Karelii (osobennosti formirovaniya, rasprostraneniya, perspektivy ispol’zovaniya). Petrozavodsk: Karel’skij nauchnyj centr RAN, 2006, P. 89.

[2] Ministerstvo promyshlennosti, transporta i innovacionnoj politiki Penzenskoj oblasti [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://prom.pnzreg.ru/.

[3] Fiziko-himicheskoe modificirovanie othodov proizvodstva diatomovogo kirpicha dlya ispol’zovaniya v kachestve sorbcionnogo materiala / V.V. Barchukov, M.Yu. Sumarokov, Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk, tom 16, No 4(3), 2014, pp. 504–506.

[4] Buzaeva M. V., Klimov E. S., Kirillov A. I. Fiziko-himicheskie svojstva prirodnyh sorbentov Ul’yanovskoj oblasti // Bash. him. zh.. 2010. №4. pp. 37-40.

[5] Modificirovanie prirodnyh mineral’nyh sistem dlya ochistki vody ot radionuklidov / E.P. Klochkov, V.I. Pavlenko, P.V. Matyuhin, A.V. Yastrebinskaya // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2012. No 6. pp. 32-35.

[6] Boriskov D.E., Blinohvatov A.A. Diatomity Penzenskoj oblasti i ih ispol’zovanie v kachestve universal’nyh sorbentov pri ochistke vody dlya nuzhd pishchevoj promyshlennosti // Innovacionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2018. No 1(14). pp. 47-49.

[7] Klimov, E.S. Prirodnye sorbenty i kompleksony v ochistke stochnyh vod / E. S. Klimov, M.V. Buzaeva// Ul'yanovsk: UlGTU, 2011. P. 201.
[8] Kondrashova A. V. Himicheskoe modificirovanie prirodnogo sorbenta // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Koncept», 2014, T. 26, 286–290 p.p. (URL: http://e-koncept.ru/2014/64358.htm).
[9] Fiziko-himicheskie i adsorbcionno-strukturnye svojstva diatomita, modificirovannogo soedineniyami alyuminiya /Dacko T.Ya., Zelencov V.I., Dvornikova E.E. // Elektronnaya obrabotka materialov, 2011, 47(6), pp. 59–68.
[10] Tarasevich Yu.I. Adsorbciya i adsorbenty //Moskva: Nauka, 1987 – P. 329.
[11] Lisin S. A. Modificirovanie biogennogo kremnezema i puti ego ispol'zovaniya: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata himicheskih nauk: 03.00.16/ Kazan', 2004, P. 23.
[12] Vliyanie shchelochnoj aktivacii na strukturu i svojstva diatomita / E. A. Nikiforov, V. I. Loganina, E. E. Simonov // Vestnik BGTU im. V. G. Shuhova, 2011, No 2, pp. 30 – 32.
[13] Fiziko-himicheskie osnovy polucheniya adsorbenta na osnove diatomita / Maksatova, A. M., Vezencev, A. I., Mihajlyukova, M. O., Kalashnikova, L. A. // Vestnik sovremennyh issledovanij. 2017. No 7-1(10), pp. 162–169.
[14] Wu J., Yang Y. S., and Lin J. Advanced tertiary municipal wastewater treatment using raw and modified diatomite. Danger John. Matera. 2005, No. 127, pp. 196-203.

Сведения об авторах	**Information about the authors**
Борисков Дмитрий Евгеньевич кандидат сельскохозяйственных наук доцент кафедры «Биотехнология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 **Тел.:** +7(903) 323-56-29 **E-mail:** boriskovde@yandex.ru	**Boriskov Dmitry Evgenevich** PhD in Agricultural Sciences associate professor at the department of «Biotechnology and technosphere safety» Penza State Technological University **Phone:** +7(903) 323-56-29 **E-mail:** boriskovde@yandex.ru
Кузьмин Антон Алексеевич кандидат биологических наук доцент кафедры «Биотехнология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 **Тел.:** +7(927) 399-22-76 **E-mail:** kuzmin-puh@yandex.ru	**Kuzmin Anton Alekseevich** PhD in Biology associate professor at the department of «Biotechnology and technosphere safety» Penza State Technological University **Phone:** +7(927) 399-22-76 **E-mail:** kuzmin-puh@yandex.ru
Комарова Надежда Алексеевна студент кафедры «Биотехнология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 **Тел.:** +7(996) 961-59-15 **E-mail:** sss-potr@yandex.ru	**Komarova Nadezhda Alekseevna** student of the department «Biotechnology and technosphere safety» Penza State Technological University **Phone:** +7(996) 961-59-15 **E-mail:** sss-potr@yandex.ru
Давыдова Марина Андреевна студент кафедры «Биотехнология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 **Тел.:** +7(999) 610-68-15 **E-mail:** marinamarydavid@gmail.com	**Davydova Marina Andreevna** student of the department «Biotechnology and technosphere safety» Penza State Technological University **Phone:** +7(999) 610-68-15 **E-mail:** marinamarydavid@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

AUTHOR GUIDELINES

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей

The procedure for consideration, approval and rejection of articles

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

Требования к оформлению статьи

Article requirements

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посредине внизу.

Статья включает следующее.

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

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

употребление сокращений, кроме общепризнанных.

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

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

«Объекты и методы исследований»:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

e-mail).

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

В редакцию предоставляются:

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

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

3) **сведения об авторах (на русском и английском языках):** фамилия, имя, отчество каждого соавтора, место и адрес работы с указанием должности, структурного подразделения, ученой степени, звания; контактный телефон, домашний адрес, электронная почта, дата рождения. Звездочкой указывается автор, с которым вести переписку. Файл следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП_Анкета.doc;

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

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

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

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

3. Реферат (на русском и английском языках) 200- 250 слов;
   Не следует начинать реферат с повторения названия статьи! Необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (с приведением количественных данных), четко сформулировать выводы. Не допускаются разбивка на абзацы и использование вводных слов и оборотов! Необходимо представлять сведения об объектах исследования. Следить, чтобы в тексте не было повторов и вводных оборотов типа «На основании проведенных исследований можно сказать» (вполне достаточно «установлено» или «сделан вывод»). Все числительные – цифрами.

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

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

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

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

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

Этапы преобразования ссылки

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

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

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

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

Порядок преобразования ссылки

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

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

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

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

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

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

Примеры оформления списка литературы в латинице

Описание статьи из журнала:

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

Описание статьи из электронного журнала:

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

Описание статьи с DOI:

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

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

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

Описание книги (монографии, сборники):

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

Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstvija razrushenija SSSR [From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Описание Интернет-ресурса:

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

Описание диссертации или автореферата диссертации:

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

Описание ГОСТа:

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

Описание патента:

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№3 (20)

2019

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Сдано в производство 10.11.2019. Формат 60Х84/8

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

Усл. печ. л. 9,18. Тираж 50 экз.