

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



**ИННОВАЦИОННАЯ
ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИЯ**

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

№4 (21) 2019

Научно-теоретический и практический журнал

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

Входит в международную информационную
систему по сельскому хозяйству AGRIS.

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.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Применение продуктов переработки горчицы в технологии производства майонезов	
<i>Русакова М.М., Русакова Г.Г., Лебедь Н.И., Цыбенко А.Ф., Лебедь М.Б.</i>	5
Совершенствование технологии булочных изделий с использованием муки виноградной косточки	
<i>Смолянова А.П., Волошина М.О.</i>	12
Улучшение содержания пищевых волокон и биоактивных компонентов в продуктах экструзии	
<i>Фролов Д.И., Лукьянова Е.А.</i>	18
Исследование влияния экструдированной композитной смеси семян расторопши и зерна пшеницы на срок хранения хлебобулочных изделий	
<i>Шматкова Н.Н., Курочкин А.А.</i>	26

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Конструктивные решения, направленные на повышение скорости действия жидкостнокольцевых вакуумных насосов	
<i>Букин А.А., Родионов Ю.В., Скоморохова А.И., Дьяченко А.В.</i>	32
Совершенствование рабочего процесса экструдера на основе анализа его структурной модели	
<i>Курочкин А.А., Потапов М.А.</i>	37
Математическое моделирование приводных механизмов картофелеуборочной машины	
<i>Матмуродов Ф.М.</i>	42
Использование растительного материала в качестве твердого биотоплива	
<i>Фролов Д.И., Родин М.Н.</i>	46
Регрессионная модель потребляемой мощности барабанного смесителя при приготовлении сухих концентрированных кормов	
<i>Фудин К.П.</i>	52

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Проблемы и перспективы производства свинины в России	
<i>Зимняков В.М.</i>	56

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

<i>Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей</i>	62
<i>Требования к оформлению статьи</i>	62

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

Application of mustard processing products in mayonnaise production technologies <i>Rusakova M.M., Rusakova G.G., Lebed N.I., Tsybenko N.F., Lebed M.B.</i>	5
Improving the technology of bakery products using grape seed flour <i>Smolyanova A.P., Voloshina M.O.</i>	12
Improving the content of dietary fiber and bioactive components in extrusion products <i>Frolov D.I., Lukyanova E.A.</i>	18
Investigation of the influence of extruded composite mixture of milk thistle seeds and wheat grain on the shelf life of bakery products <i>Shmatkova N.N., Kurochkin A.A.</i>	26

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

Construction solutions aimed at increasing the speed of action of liquid-ring vacuum pumps <i>Bukin A.A., Rodionov Yu.V., Skomorokhova A.I., Dyachenko A.V.</i>	32
Improving the working process of the extruder based on the analysis of its structural model <i>Kurochkin A.A., Potapov M.A.</i>	37
Mathematical simulation of potato harvesting machine drive mechanisms <i>Matmurodov F.M.</i>	42
Use of plant material as solid biofuel <i>Frolov D.I., Rodin M.N.</i>	46
Regression model the power consumption of the rotary drum mixer in the preparation of dry concentrated fodder <i>Fudin K.P.</i>	52

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

Problems and prospects of pork production in Russia <i>Zimnyakov V.M.</i>	56
---	----

AUTHOR GUIDELINES

<i>The procedure for consideration, approval and rejection of articles</i>	62
<i>Article requirements</i>	62

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 664.3

Применение продуктов переработки горчицы в технологии производства майонезов

Русакова М.М., Русакова Г.Г., Лебедь Н.И., Цыбенко А.Ф., Лебедь М.Б.

Аннотация. В работе представлены состав и свойства горчичного порошка, применяемого при производстве майонеза по традиционным технологиям. Для расширения ассортимента пищевых добавок с применением эфирного горчичного масла были разработаны рецептуры для его использования в качестве вкусовой добавки в составе Ароматизатора горчицы натурального. Проведен анализ используемого в пищевой промышленности ингредиента «Ароматизатор горчицы натуральный» с точки зрения механизма негативного влияния его основного компонента – эфирного горчичного масла на здоровье человека. Приводятся и подвергаются анализу данные о возможности замены горчичного порошка в рецептурах майонезов на «Ароматизатор горчицы натуральный» и эфирное горчичное масло. В результате сравнительного анализа данных по технологии и механизмам пищевой химии было выявлено преимущество использования в составе майонеза горчичного порошка над Ароматизатором горчицы натуральным.

Ключевые слова: майонезы, горчичный порошок, эфирное горчичное масло, токсичность, горчичный ароматизатор, качество готовой продукции.

Для цитирования: Русакова М.М., Русакова Г.Г., Лебедь Н.И., Цыбенко А.Ф., Лебедь М.Б. Применение продуктов переработки горчицы в технологии производства майонезов // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 5–11.

Application of mustard processing products in mayonnaise production technologies

Rusakova M.M., Rusakova G.G., Lebed N.I., Tsybenko N.F., Lebed M.B.

Abstract. The work presents the composition and properties of mustard powder used in the production of mayonnaise according to traditional technologies. To expand the range of food additives using essential mustard oil, formulations have been developed for its use as a flavoring agent in the composition of Natural Mustard Flavor. The analysis of the ingredient “Natural mustard flavoring” used in the food industry was carried out from the point of view of the mechanism of the negative impact of its component - essential mustard oil on human health. The data on the possibility of replacing mustard powder in mayonnaise formulations with “Natural mustard flavoring” and essential mustard oil are presented and analyzed. According to the results of a comparative analysis of data on the technologies and mechanisms of food chemistry, the advantage of using mustard powder over mayonnaise flavoring natural mustard was revealed.

Keywords: mayonnaise, mustard powder, essential mustard oil, toxicity, mustard flavor, quality of the finished product.

For citation: Rusakova M.M., Rusakova G.G., Lebed N.I., Tsybenko N.F., Lebed M.B. Application of mustard processing products in mayonnaise production technologies. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 5–11. (In Russ.).

Введение

Одним из ингредиентов, применяемых при производстве майонеза по традиционным технологиям, является горчичный порошок, который входит в рецептурный состав многих видов майонеза. Для этих целей применяют горчичный порошок качества не ниже 1-го сорта. В состав горчичного порошка входит пищевое горчичное масло, в котором содержится значительное количество биологически активных веществ. Горчичный порошок является качественной вкусовой добавкой благодаря содержанию в нем эфирного горчичного масла, выполняет эффективное влагоудержание, а также функции эмульгатора и структурообразователя за счет содержания в нем растительных белков [8, 9].

На сегодняшний день производители включают в состав производимых майонезов такой компонент, как «Ароматизатор горчицы натуральный», являющийся смесью эфирного горчичного масла и рафинированного подсолнечного или нерафинированного горчичного масла [17].

Эфирное горчичное масло, являясь лакриматором, раздражает слизистые оболочки глаз, носа, зева и дыхательных путей, обладает кожно-нарывным действием. Поэтому к вопросу использования Ароматизатора горчицы натурального в качестве вкусовой добавки в производстве майонезов следует подходить осторожно либо искать данному ароматизатору аналог, не оказывающий отрицательно-го воздействия на здоровье человека.

Целью работы являлось совершенствование технологии производства майонезов с использованием продуктов переработки горчицы, проведение сравнительного анализа между продукцией содержащей натуральный горчичный порошок и «Ароматизатор горчицы натуральный».

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования выступали горчичный порошок, эфирное горчичное масло, а также «Ароматизатор горчицы натуральный». Была проанализирована пищевая и биологическая ценность объектов исследования, а также органолептическими и физико-химическими методами определены и приведены к сравнению некоторые качественные показатели эфирного горчичного масла, полученного синтетическим путем и по предложенной ранее технологии [12].

В горчичном порошке содержится от 0,9 до 1,2% эфирного горчичного масла, а также до 14% пищевого горчичного масла, до 10% клетчатки, сахара – до 150 г, каротина – 5,2 мг [1]. В своем составе горчичный порошок содержит: сырого протеина 42...43 %, в котором 92...93% чистого (переваримого) белка [4].

Что касается углеводного состава, то в горчичном порошке присутствуют все формы сахаров, в том числе, %: сахароза 0,8...1,1; рафиноза

0,05...0,10; стахиоза 0,25...0,40; глюкоза, связанная в синигрине 0,4...0,5; амидон 0,1; рамноза следы; галактуроновая кислота 0,3...0,4; ксилоза в форме ксилана 0,1...0,25; арабиноза в форме арабина 0,45...0,55; галактоза 0,35...0,45; манноза 0,1; целлюлоза 0,8...1,0 [2, 3].

Биологическая активность горчичного порошка обусловлена значительным содержанием аминокислот, в том числе: лизина – 1,38...1,55%; аспарагиновой кислоты – 1,43...1,56%; треонина – 1,06...1,21%, серина – 0,96...1,1%; глютаминовой кислоты – 4,05...4,5%; пролина – 1,33%, глицина – 1,28...1,35%; аланина – 0,98...0,99%; цистина – 0,44...0,46%; валина – 0,77...0,79%; метионина – 0,74...0,78%; изолейцина – 0,64...0,68%; лейцина – 1,47...1,64%; тирозина – 0,65...0,81%; фенилаланина – 0,94...1,12%; гистидина – 0,63...0,75%; аргинина – 1,11...1,15% [4].

К функциональным свойствам горчичного порошка относят следующие: водоудерживающая способность (ВУС) – 375...377; жирудерживающая способность (ЖУС) – 85...90; эмульгирующая способность (ЭС) – 50; стабильность эмульсии (СЭ) – 32; жиросвязывающая способность (ЖСС) – 280...290; водосвязывающая способность (ВСС) – 480 [5].

В пищевом горчичном масле содержатся хлорофиллы ($1,2...1,7 \cdot 10^{-4}$ %); феофитины ($4,6...24,7 \cdot 10^{-4}$ %); фосфатиды, имеющие, по данным ВНИИЖ, следующий фракционный состав (%): фосфатидилхолины 15,1...24,6; фосфатидилэтаноламина 15,3...25,1; инозитфосфатиды 13,6...26,4; фосфатидные кислоты 16,4...20,2; не идентифицированные фосфатиды 19,9...25,6 [2, 3, 6].

Горчичное масло содержит все жирорастворимые витамины [2, 3, 7]. Из всех растительных масел только горчичное и гречневое масла содержат в своем составе каротин. В горчичном масле витамин А сохраняется длительное время (до 8-ми месяцев). Горчичное масло содержит витамин В6, а также способствует его выработке микрофлорой кишечника. Витамин РР в горчичном масле находится в усвояемой форме, а витамина Д в 1,5 раза больше, чем в подсолнечном.

Результаты и их обсуждение

Волгоградским маслоэкстракционным заводом «Сарепта» на основании результатов научных исследований и опытных работ освоена технология и организовано производство переработки горчичного жмыха и высевок с получением эфирного горчичного масла из тиогликозидасинигрина, содержащегося в сарептской и черной горчице [12].

Качество эфирного горчичного масла, выделенного по рекомендованной нами технологии, проверяли по методикам фармацевтической статьи 420 государственной фармакопеи [13].

Фактические показатели качества эфирного горчичного масла, полученного по данной техно-

Таблица 1 – Качественные показатели эфирного горчичного масла

Показатели	Литературные данные			Данные полученные по разработанной технологии [12]
	Справочные данные [11]	Технические условия [14]	Фармацевтическая статья [13]	
Внешний вид	Прозрачная жидкость			
Цвет	Бесцветная или светло-желтая			
Запах	Острый чрезвычайно			
Массовая доля АИТЦ, % не менее	-	-	92...98	98
Плотность d ₂₀ ⁴ , кг/м ³	1,016	1,015...1,020	1,012...1,025	1,018...1,020
Показатель преломления n _D ²⁰	-	1,527...1,531	1,526...1,530	1,529...1,530
Температура кипения, °С	150,7	149,5...151,5	146...154	151,5...152,0

Таблица 2 – Данные ВНИИЖ по дозировке Ароматизатора горчицы натурального и масла эфирного горчичного в майонезы

Ароматизатор Марка В (30 % АИТЦ)		Интенсивность привкуса горчицы в майонезе 50 %-ной жирности	Масло горчичное эфирное		Горчичный порошок
%	г/т		%	г/т	
0,05	50	Легкий фоновый горчичный оттенок	0,002	15	2
0,01	100	Приятный легкий горчичный привкус	0,003	30	2,5...3,5
0,02...0,03	200...300	Приятный выразительный привкус натуральной, «созревшей», т. е. «запаренной по всем правилам», горчицы	0,006...0,009	60...90	4,0...6,0
0,04	400	Приятный выразительный горчичный привкус с легким ощущением жжения	0,012	120	7,0...8,0
0,05	500	Горчичный привкус с выраженным жжением, нарастающим по мере увеличения дозировки, без посторонних привкусов	0,015	150	9,0...10,0 и более
0,06	600		0,018	180	
0,07	700		0,021	210	

Таблица 3 – Зависимость гидролиза синигрина от температуры гидролизуемой массы (n 3, p ≤ 0,95)

Номер опыта	Температура, °С	Степень гидролиза синигрина, %	Остаточное содержание эфирного горчичного масла, %
1	80	25,1	0,25
2	90	0,5	0,005
3	100	0,5	0,005

логии в сравнении со справочными данными [11], требованиями фармацевтической статьи, а также на эфирное масло, получаемое синтетическим методом [14], приведены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показывают, что качество эфирного горчичного масла, получаемое по предложенной ранее технологии, соответствует требованиям нормативной документации и не уступает аналогам. Эфирное горчичное масло обладает широким спектром действия, оно широко используется в зарубежной и российской фармакопее для наружного применения [15], внесено в список пищевых добавок, разрешенных к применению при производстве пищевых продуктов в качестве консерванта [16].

В 2004 году Всероссийским научно-исследовательским институтом жиров (ВНИИЖ) проверена возможность замены горчичного порошка в рецептурах майонезов и соусов на Ароматизатор горчицы натуральный и эфирное горчичное масло [18]. Дозировки Ароматизатора горчицы натурального и масла эфирного горчичного в майонезы приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2 дозировка масла горчичного эфирного в рецептуре майонезов может достигать 210 г/т, что соответственно увеличивает ощущение жжения не только в ротовой полости, но и на слизистых пищевода и желудка, вызывая их раздражение. Обобщенные результаты дегустации образцов майонеза ВНИИЖ и рекомендаций на их

Таблица 4 – Расход горчичного порошка в майонезах, кг/т

Майонез	Норма ввода горчичного порошка по рецептуре, % [9]	Расход порошка, кг/т	Содержание эфирного масла в общей массе исходного порошка, г	Остаточное содержание эфирного масла в горчичной пасте, г
Столовые майонезы				
Провансаль	0,8	8	80	0,4
Молочный и молочный с зеленым сыром	0,75	7,5	75	0,375
Молочно-салатный	1,2	12	120	0,6
Любительский	0,25	2,5	25	0,125
Майонезы с пряностями				
Укропный «Весна», с перцем, с тмином, Восточный, Ароматный, Кавказский	0,75	7,5	75	0,375
Дружба	0,67	6,7	67	0,335
Майонезы острые				
Праздничный	0,6	6	60	0,3
Горчичный	2,5	25	250	1,25
Горчичный соус	10	100	1000	5
Салатный	1,2	12	120	0,6
Томатный	0,47	4,7	47	0,235
Огонек	0,7	7	70	0,35
Южный	0,6	6	60	0,3
Московский	1	10	100	0,5
С хреном	0,6	6	60	0,3
Яблочный и грушевый	Горчица тертая 1,0	10	100	0,5
Лимонный	0,8	8	80	0,4
Витаминизированный	1	10	100	0,5
Эмульсия для порошкообразного майонеза	1	10	100	0,5

основе с точки зрения автора указывают на то, что майонез, произведенный с применением Ароматизатора горчицы натурального и масла эфирного горчичного вместо горчичного порошка, оказывает отрицательное воздействие на здоровье человека в виду высокого содержания эфирного горчичного масла в свободном состоянии. Согласно традиционной технологии производства майонезов с использованием горчичного порошка последний подвергается высокотемпературной обработке (80–100°C) на некоторых технологических стадиях, в результате чего инактивируется фермент мирозиназа и гидролиз вещества синигрина не происходит, т.е. эфирное горчичное масло находится в связанном состоянии. При этом сохраняются все физико-химические и биологические свойства горчичного порошка, а также удаляется горький привкус синигрина [10]. В таблице 3 приведена зависимость гидролиза синигрина от температуры обработки продукта [12].

Данные таблицы 3 показывают, что в порошке при приготовлении горчицы в производстве майо-

неза содержание синигрина уменьшается на 74,9 % при температуре 80 °C и на 99,5 % при температурах 90 °C и 100 °C, за счет того, что при температуре 80°C и более происходит инактивация биокатализатора мирозиназы. Гидролиз синигрина при температуре 80 °C составил 25,1 %, а при 90 и 100°C – всего 0,5 %. Это, в свою очередь указывает на то, что в горчичной пасте остается 0,25 % эфирного масла при температуре 80 °C и 0,005 % при 90 °C и 100 °C (содержание эфирного горчичного масла в исследуемых образцах исходного горчичного порошка составляет 1,06 %). В таблице 4 приведены расходы горчичного порошка на приготовление различных майонезов, содержание эфирного горчичного масла в общей массе исходного горчичного порошка и горчичной пасте.

Данные таблицы 4 показывают, что остаточное содержание эфирного горчичного масла в горчичной пасте готовых майонезов не превышает 0.6 г, кроме майонеза «Горчичный» (1,25 г), горчичного соуса (5,0 г), который является полупродуктом для

приготовления порошкообразных майонезов. При этом следует обратить внимание, что исходного горчичного порошка в майонезах всего 7...30 кг/т, т.е. разбавление его в общей массе составляет 143...333 раза, остаточное содержание эфирного горчичного масла после всех технологических стадий уменьшается до 2-х сот раз. Поэтому майонез, вырабатываемый с применением горчичного порошка, не имеет привкуса горечи и жжения не только в полости рта, но и в пищеводе и желудке.

Выводы

Таким образом, по мнению авторов, рецептуры майонеза с Ароматизатором горчицы натуральным требуют доработки с обязательным исследованием токсикологических показателей готовой продукции. Являясь агрессивным химическим веществом, «Ароматизатор горчицы натуральный» придает майонезу только привкус горечи и жжения, уступая при этом натуральному горчичному порошку в пищевой и биологической ценности.

Приведенные данные о содержании основных питательных веществ в продуктах переработки семян горчицы свидетельствуют об их высокой пищевой ценности и пригодности к использованию

в технологии производства майонезов. В работе показаны технологические рецепты приготовления майонезов и возможности применения в данной технологии эфирного горчичного масла. Эфирное горчичное масло выделяется при переработке горчичного жмыха и высевок из тиогликозидасинтрина, присущего сарептской и черной горчице. Его качество, проверенное по методикам фармацевтической статьи государственной фармакопеи, соответствует требованиям нормативной документации. В качестве расширения спектра действия эфирного горчичного масла и на основании данных о его свойствах были определены рецептуры для использования эфирного горчичного масла в качестве вкусовой добавки как компонент Ароматизатора горчицы натурального.

По результатам сравнительного анализа данных по технологии и механизмам пищевой химии было выявлено преимущество использования в составе майонеза горчичного порошка над Ароматизатором горчицы натуральным. Существует необходимость доработки рецептуры майонеза с Ароматизатором горчицы натуральным в целях снижения негативного воздействия эфирного горчичного масла на здоровье человека.

Список литературы

- [1] Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под редакцией Скурихина И. М., Тутельяна В. А. М.: Брандесс. Медицина. 1998. 341 с.
- [2] Григорьева В. Н. Семена сарептской горчицы, состав и свойства входящих в них компонентов / В. Н. Григорьева [и др.] // Масложировая пр-ть. 1972. 2. С. 6–16.
- [3] Демченко, П. П. Обзор по биохимическим и физиологическим свойствам семян горчицы / П. П. Демченко [и др.] // Отчет о НИР. Л.: ВНИИЖ. 1992. С. 2–29.
- [4] Бойко, Л. Я. Определение возможности ввода в комбикорма концентрата белкового кормового из натурального растительного сырья / Л. Я. Бойко // Отчет о НИР. Воронеж: ВНИИ КП., 1993. 25 с.
- [5] Клиженко Т. И. Совершенствование технологии эмульгированных мясopодуKтов на основе реализации функциональных свойств горчичного порошка: и муки: автореф. дис. ... канд. техн. наук 05.18.04 / Клиженко Татьяна Ивановна. Ставрополь, 2000. 20 с.
- [6] Арутюнян Н. С. Фосфолипиды растительных масел / Н. С. Арутюнян, Е. П. Корнева. М.: Агропромиздат, 1986. 256 с.
- [7] Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы сод-я хим. в-в в пищевых продуктах / Под общей ред. М. М. Нестерова, И. М. Скурихина. М.: Пищевая пр-ть, 1979. 247 с.
- [8] Паранян В. X. Технология жиров и жирозаменителей / В. X. Паранян [и др.] М.: Легкая и пищевая пр-ть, 1982. 351 с.
- [9] Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров / Под общей научной редакцией д. т. н. проф. Сергеева А. Г., т. 1–7. Л.: ВНИИЖ, 1975–1977 г. г.
- [10] Чичибабин А. Е. Основные начала органической химии. Учеб. для вузов / А. Е. Чичибабин. М.: Химия, 1954. Т. 1. 797 с.
- [11] Основные сведения неорганических и органических соединений. Справочник химика. М., Л.: Химия, 1964. Т. 2. С. 690.
- [12] Русакова Г. Г. Комплексная переработка семян горчицы: монография / Г. Г. Русакова [и др.]. Волгоград: ИПК «Нива» ФГОУ ВГСХА, 2009. 193 с.
- [13] Масло горчичное эфирное. Фармацевтическая статья 420 / Государственная фармакопея СССР VIII. М: Медиздат, 1952. С. 368–369.
- [14] Аллиловое горчичное масло (аллил-изо-тиоцианат, аллиловый эфир изо-тиоциановой кислоты. ТУ 6–09–800. Изм. № 1–Ереван: Завод химреактивов, 1990 10 с.

- [15] Русакова Г.Г. Горчица в лечебной практике / Г.Г. Русакова, В.А. Хомутов. Волгоград: Офсет, 1999. С. 52–67.
- [16] СанПиН 2.3.2.560–96 Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. М.: Госкомсанэпиднадзор России. 1997. 55 с.
- [17] Ароматизатор горчицы натуральный / ТУ 9154–012–10513491. Волгоград: ООО ВГМЗ «Сарепта», 2004. 7 с.
- [18] Результаты испытаний аллилгорчичного масла и ароматизатора на его основе в майонезной продукции // Отчет о НИР. СПб.: ВНИИЖ, 2004. 5 с.

References

- [1] Guidance on methods for analyzing the quality and safety of food / Edited by I. Skurikhin, V. Tutelyana: Brandess, Medicine, 1998. 341 p.
- [2] Grigoryeva V.N. Seeds of Sarepta mustard, composition and properties of their constituent components / V.N. Grigoriev [et al.]. // Fat-and-oil production, 1972, 2, pp. 6–16.
- [3] Demchenko, P.P. A review of the biochemical and physiological properties of mustard seeds / P.P. Demchenko [et al.] // Report on research. L.: VNIIZH, 1992. pp. 2–29.
- [4] Boyko, L. Ya. Determining the possibility of introducing feed protein concentrate from natural plant materials into feed / L. Ya. Boyko // Research report. Voronezh: VNIIPK., 1993. 25 p.
- [5] Klizhenko T.I. Improving the technology of emulsified meat products based on the implementation of the functional properties of mustard powder: and flour: abstract dis. ... cand. tech. Sciences 05.18.04 / Klizhenko Tatyana Ivanovna. Stavropol, 2000. 20 p.
- [6] Harutyunyan N.S. Phospholipids of vegetable oils / N.S. Harutyunyan, E.P. Korneva. M.: Agropromizdat, 1986. 256 p.
- [7] The chemical composition of food products. Reference tables soda chem. in-in foods / Under the general ed. M.M. Nesterova, I.M. Skurikhina. M.: Food pr-t, 1979. 247 p.
- [8] Paranyan V. Kh. Technology of fats and fat substitutes / V. Kh Paranyan [et al.] – M.: Light and food production, 1982. 351 p.
- [9] Guidelines for the technology of production and processing of vegetable oils and fats / Under the general scientific editorship of Doctor of Technical Sciences prof. Sergeeva A. G., vol. 1–7. L.: VNIIZH, 1975–1977.
- [10] Chichibabin A. E. The main principles of organic chemistry. Textbook for high schools / A. E. Chichibabin. M.: Chemistry, 1954. T. 1. 797 p.
- [11] Basic information of inorganic and organic compounds. Handbook of a chemist. M., L.: Chemistry, 1964. T. 2. 690 p.
- [12] Rusakova G. G. Complex processing of mustard seeds: monograph / G. G. Rusakova [et al.]. Volgograd: IPK «Niva» FSEI VGSHA, 2009. 193 p.
- [13] Mustard essential oil. Pharmaceutical article 420 / State Pharmacopoeia of the USSR VIII. M: Medizdat, 1952. pp. 368–369.
- [14] Allyl mustard oil (allyl isothiocyanate, allyl ether of isothiocyanic acid. TU6–09–800. Amendment No. 1, Yerevan: Chemical Reagents Plant, 1990 – 10 p.
- [15] Rusakova G. G. Mustard in medical practice / G. G. Rusakova, V.A. Chomutov. Volgograd: Offset, 1999. pp. 52–67.
- [16] SanPiN2.3.2.560–96 Hygienic requirements for the quality and safety of food raw materials and food products. M.: Goskomsanepidnadzor of Russia, 1997–55 p.
- [17] Natural mustard flavoring / TU9154–012–10513491. Volgograd: LLC VGMZ Sarepta, 2004. 7 p.
- [18] Test results of allyl mustard oil and flavoring based on it in mayonnaise products // Research Report. SPb.: VNIIZH, 2004. 5 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Русакова Галина Георгиевна доктор сельскохозяйственных наук профессор кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 28</p>	<p>Rusakova Galina Georgievna D.Sc. in Agricultural Sciences professor at the department of «Industrial Ecology and Life Safety» Volgograd State Technical University</p>
<p>Русакова Мария Михайловна бакалавр Волгоградский филиал МГГЭУ 400040, г. Волгоград, ул. Поддубного, д. 15</p>	<p>Rusakova Maria Mikhailovna bachelor Volgograd branch of MGGEU</p>
<p>Лебедь Никита Игоревич доктор технических наук заведующий лаборатории «Лаборатория биотехнологий» ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 97 Тел.: +7(937) 538-02-59 E-mail: nik8872@yandex.ru</p>	<p>Lebed' Nikita Igorevich D.Sc. in Technical Sciences head of the laboratory Biotechnology laboratory Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS Phone: +7(937) 538-02-59 E-mail: nik8872@yandex.ru</p>
<p>Цыбенко Анна Федоровна магистрант кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 28</p>	<p>Tsybenko Anna Fedorovna undergraduate of the department «Industrial Ecology and Life Safety» Volgograd State Technical University</p>
<p>Лебедь Марина Борисовна магистрант кафедры «Промышленная экология и безопасность жизнедеятельности» ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» 400062, г. Волгоград, Университетский просп., 97 Тел.: +7(987) 644-42-36 E-mail: marina.averina97@yandex.ru</p>	<p>Lebed Marina Borisovna undergraduate of the department «Industrial Ecology and Life Safety» Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Forestation of the Russian Academy of Sciences» Phone: +7(987) 644-42-36 E-mail: marina.averina97@yandex.ru</p>

Совершенствование технологии булочных изделий с использованием муки виноградной косточки

Смольянова А.П., Волошина М.О.

Аннотация. В условиях нашей страны, результаты исследований многих ученых доказывают, что для повышения качества хлебобулочных изделий, появилась необходимость в разработке рецептур с использованием большого ареала нетрадиционного растительного сырья и в большинстве случаев, имеющего достаточно низкую себестоимость. Одним из таких видов сырья является мука виноградной косточки. В статье показана возможность расширения ассортимента хлебобулочных изделий путем частичной замены пшеничной муки на муку виноградной косточки (МВК). Разработаны рецептуры слобных булочек с виноградной мукой. Выбор данного сырья, обусловлен преимуществами химического состава по сравнению с традиционным видом пшеничной муки. Доказано, что наилучшими показателями качества характеризовались хлебобулочные изделия с заменой пшеничной муки на муку из виноградных косточек в количестве 3%.

Ключевые слова: рецептура, мука, виноградная косточка, хлебобулочные изделия, органолептические показатели, физико-химические показатели.

Для цитирования: Смольянова А.П., Волошина М.О. Совершенствование технологии булочных изделий с использованием муки виноградной косточки // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 12–17.

Improving the technology of bakery products using grape seed flour

Smolyanova A.P., Voloshina M.O.

Abstract. In our country, the results of research by many scientists prove that to improve the quality of bakery products, there is a need to develop recipes using a large area of non-traditional vegetable raw materials and in most cases, having a sufficiently low cost. One of these raw materials is grape seed flour. The article shows the possibility of expanding the range of bakery products by partially replacing wheat flour with grape seed flour (MVK). Recipes of buns with grape flour have been developed. The choice of this raw material is due to the advantages of the chemical composition compared to the traditional type of wheat flour. It is proved that the best quality indicators were characterized by bakery products with the replacement of wheat flour with grape seed flour in an amount of 3%.

Keywords: formulation, flours, grape seed, baked goods, organoleptic parameters, physical and chemical parameters.

For citation: Smolyanova A.P., Voloshina M.O. Improving the technology of bakery products using grape seed flour. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 12–17. (In Russ.).

Введение

В настоящее время рацион питания людей, характеризуется избыточным потреблением жиров животного происхождения, легко усвояемых углеводов, в свою очередь не обеспечивающий в полном объеме набор полезных витаминов, макро- и микроэлементов, а также пищевых волокон. Главной задачей качественного питания является поиск и изучение путей создания специальных продуктов, необходимых не только для ликвидации дефицита

микронутриентов в питании, поддержания жизненных функций организма человека, но и поддержания его трудоспособности, долголетия, защиты от многих болезней, связанных с ухудшением экологической обстановки.

В связи с этим во многих странах мира решаются вопросы по оздоровлению населения через хлеб и хлебобулочные изделия, обогащая данные изделия различными добавками, которые повышают пищевую и энергетическую ценность, а также обладают

значительным набором полезных свойств, играющих важную роль в организме человека [2, 10].

Одним из перспективных путей обогащения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий может служить мука из виноградной косточки, которая обладает комплексом функциональных пищевых ингредиентов [7, 8, 9, 11, 12].

Косточки винограда не могут перевариваться в желудочно-кишечном тракте человека в цельном виде, так как покрыты очень прочной оболочкой, под которой сосредоточена большая концентрация нутриентов. При выработке муки - все полезные компоненты становятся доступными для переваривания и использования. По внешнему виду мука виноградной косточки похожа на обычную муку из зерновых, отличаясь более темным коричневым цветом. Интенсивность цвета виноградного порошка может варьировать в зависимости от сорта винограда. Технология изготовления виноградных порошков, как правило, регламентируется индивидуально разработанными производителем декларированными техническими условиями и зависит от способов использования порошков и предъявляемых к ним технологическим требованиям.

В состав виноградных косточек входит большое количество органических кислот, витаминов группы В, ненасыщенных и насыщенных жирных кислот. Высокая биологическая и пищевая ценность виноградной косточки в значительной степени обусловлена ее уникальным минеральным составом, насчитывающим более 50 макро- и микроэлементов, среди которых лидирующие позиции занимают калий, кальций, цинк, медь, железо, фтор и селен [1, 3, 5, 13].

Установлено наличие мощных растительных антиоксидантов в муке косточек винограда, способствующих предотвращать многие заболевания сердечнососудистой системы, замедлять процессы старения организма, блокировать влияние агрессивной внешней среды [6].

Обладая целебными свойствами, широкое применение виноградные косточки нашли в фармакологии и используются при производстве биологически активных добавок. Доказано наличие полифенола – ресвератрола, помогающего бороться с атеросклерозом, гиперлипемией, сердечными заболеваниями, воспалениями, а также считают хорошим средством для восстанавливающей терапии, при радиационных поражениях и подавляющего рост раковых клеток. Минералы в составе косточек также принимают участие во многих процессах организма. Поддержание естественного состояния клеток происходит благодаря калию и натрию. Железо есть в составе гемоглобина и принимает участие в процессе дыхания клеток.

Можно предположить, что мука виноградной косточки являясь незаменимым и рентабельным сырьем, может найти свое применение при производстве хлебобулочных изделий, обогащая их витаминами, биологически активными веществами, каротиноидами, стеролами, фосфолипидами, дубильными и минеральными веществами. Благодаря этому, готовые выпеченные изделия могут носить функциональную направленность.

Целью исследования явилась разработка рецептуры хлебобулочных изделий с добавлением муки виноградной косточки для расширения ассортимента.

Объекты и методы исследования

Контрольным образцом при разработке рецептуры хлебобулочного изделия с мукой из виноградной косточки послужила рецептура № 168 булочки «Домашняя» (образец 1) [14], вырабатываемой из муки высшего сорта (табл. 1).

В качестве опытных образцов послужили образцы с частичной заменой пшеничной муки высшего сорта на муку из виноградных косточек в количестве 1,5% (образец 2), 3% (образец 3) и 6% (образец 4).

Таблица 1 – Рецептура хлебобулочных изделий

Наименование сырья	Расход сырья на 100 кг готовой продукции, кг			
	Образец 1 (контроль)	Образец 2 (1,5% муки виноградной косточки)	Образец 3 (3% муки виноградной косточки)	Образец 4 (6% муки виноградной косточки)
Мука пшеничная высшего сорта	64,17	63,21	62,24	60,32
Мука пшеничная высшего сорта на подпыл	2,58	2,58	2,58	2,58
Мука из виноградной косточки	-	0,92	1,84	3,67
Сахар-песок	11	11	11	11
Сахар-песок для отделки	3,2	3,2	3,2	3,2
Маргарин	14,85	14,85	14,85	14,85
Меланж	1,9	1,9	1,9	1,9
Соль	0,6	0,6	0,6	0,6
Дрожжи прессованные	1,7	1,7	1,7	1,7
Итого сырья	100	99,96	99,91	99,82



Рис.1. Мука виноградной косточки

Органолептическую оценку опытных образцов проводили согласно ГОСТ 5667-65. Удельный объем определялся путем деления величины объема хлебобулочных изделий в кубических сантиметрах на его массу в граммах. Показатель пористости определяли в соответствии ГОСТ 5669-96. Кислотность готовых хлебобулочных изделий по ГОСТ 5670-96.

При проведении экспериментальных исследований использовали стандартные методы.

Результаты и их обсуждение

Расчетные данные свидетельствуют, что для достижения необходимой влажности теста при изготовлении изделий с заменой части пшеничной муки на муку из виноградной косточки в количестве 1,5%, 3% и 6% потребовалось большее количество воды, способствовавшее увеличению выхода изделий в сравнении с контролем на 0,5%, 0,7%, и 1%.

Известно, что муку виноградной косточки получают из виноградных семян, путем прессования во время отжима виноградного масла. Согласно технологии (ТУ 9146-472-37676459-2016), подсушенные косточки при температуре 60 оС направляются на сепарацию, для тщательной очистки от примесей. Процесс холодного прессования позволяет получить сырье (твердые пластины/гранулы) для производства порошка виноградных косточек. По своей природе порошок виноградной косточки в отличие от разных видов зерновых имеет более прочную структуру. При измельчении муки виноградной косточки до размера частиц пшеничной муки первого сорта (60 микрон) будет наблюдаться наличие незначительного характерного хруста. Для этого используют более мелкий помол, чтобы частицы приобретали размер частиц 20-50 микрон. Однородность цветности и

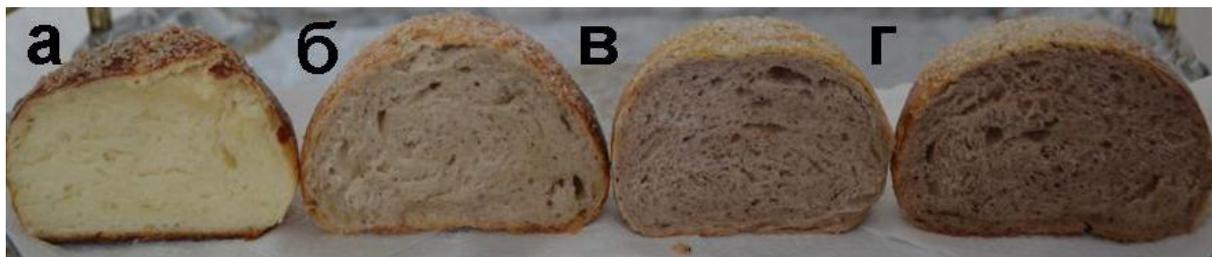


Рис 2. Вид хлебобулочных изделий на разрезе: а) контроль, б) 1,5% MBK, в) 3% MBK, г) 6% MBK



а)



б)



в)



г)

Рис 3. Внешний вид хлебобулочных изделий: а) контроль, б) 1,5% MBK, в) 3% MBK, г) 6% MBK

вкуса свидетельствуют о хорошей органолептической характеристике данного вида растительного сырья.

Мука виноградной косточки, используемая в данной работе, представляет собой тонкодисперсный порошок коричневого цвета (рис. 1), поэтому ее введение в состав рецептуры сдобных хлебобулочных изделий оказало влияние на цвет выпеченных изделий.

Согласно проведенной органолептической оценке испытуемых образцов, выявлено наличие приятного сладковатого запаха и аромата винограда. По мере увеличения дозировки муки из виноградной косточки, цвет выпеченных изделий приобретал темноватый оттенок. Соответственно, цвет мякиша готовых изделий находился в прямой зависимости от количества добавленного растительного сырья и становился незначительно темнее (рис. 2).

Установлено, что качество изделий с добавлением муки из виноградной косточки в дозировке 1,5% и 3% находятся на уровне контроля. Данные образцы имеют привлекательный внешний вид и цвет, хорошие вкусовые и ароматические характеристики. Образцы с внесением 6% муки из виноградной косточки имели незначительный хруст виноградной косточки, более темный цвет корки и мякиша, уплотненную пористость. Можем предположить, что внесение в рецептуру более 6% муки виноградной косточки, позволит получить образцы хлебобулочных изделий с более низкими органолептическими характеристиками, ввиду появления характерного хруста при разжевывании.

Оценку качества готовых изделий с использованием муки из виноградной косточки производили методом балльной оценки органолептических показателей (вкус, аромат, цвет корки, состояние мякиша и состояние поверхности) по 5-ти балльной шкале. Результаты представлены на рисунке 4.

Замена части пшеничной муки на муку виноградной косточки в количестве 1,5; 3 и 6% способствовала увеличению удельного объема изделий в сравнении с контрольным образцом соответственно с 2,08 до 2,22; 2,51 и 2,02 см³/г. При этом наибольшим удельным объемом характеризовались изделия, приготовленные с добавлением 3% муки виноградной косточки.

Для определения готовности, качества готовых булочных изделий, а также процессов происходящих в хлебной массе, была определена титруемая кислотность всех испытуемых образцов. Кислотность

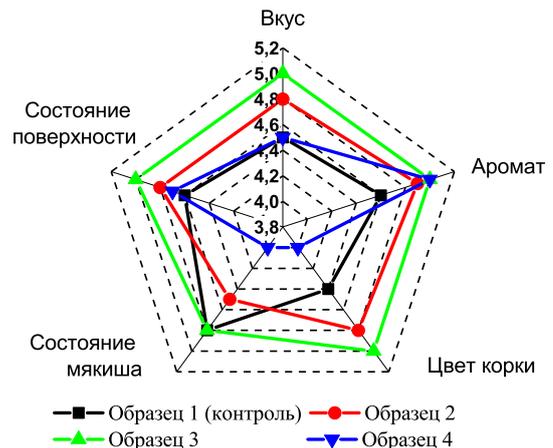


Рис.4. Органолептические показатели готовых изделий

мякиша контрольного образца составила 2,4 градуса кислотности. Увеличение дозировки муки виноградной косточки до 1,5; 3 и 6% привело к незначительному повышению кислотности мякиша опытных образцов булочек – до 2,5; 2,5 и 2,7 соответственно.

Установлено, что добавление муки виноградной косточки в рецептуру хлебобулочных изделий благоприятно отразилось на пористости выпеченных изделий. Наиболее значимо пористость изменилась при замене части пшеничной муки на растительную добавку в количестве 3%. В сравнении с контрольным образцом она увеличилась на 6% и составила 76%. Пористость образцов с внесением 1,5% и 6% муки виноградной косточки, была выше контрольного образца на 4 и 3% соответственно.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что введение муки виноградной косточки взамен пшеничной муки в рекомендованных количествах позволяет получать хлебобулочные изделия с высокими органолептическими и физико-химическими показателями. Применение муки виноградной косточки, позволяет получить изделия обогащенные белками, фосфолипидами, дубильными и минеральными веществами. Разработанная рецептура булочных изделий с использованием муки виноградной косточки улучшает качество изделий и позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции.

Список литературы

- [1] Гукасян Т., Ильчишина Н.В., Гаманченко А.И., Ваницкая Т.В. Исследование пищевой и биологической ценности виноградных косточек. В сборнике: Инновации в индустрии питания и сервисе. Электронный сборник материалов I Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технологии и организации питания. 2014. С. 294–295.
- [2] Деревенко В.В., Сморенко А.В. Безотходная технология переработки винограда. В книге: Пищевые технологии и биотехнологии. Тезисы докладов X Международной конференции молодых ученых. 2009. С. 43–44.
- [3] Дударев М.С., Басий Н.А., Мартовшук В.И. Сравнительная характеристика виноградных семян // Пищевая промышленность. № 3. 2003. С. 48–49.

- [4] Исригова Т. А., Мусаева Н. М., Салманов М. М. Химический состав и пищевая ценность добавок из семян, кожицы и гребней винограда // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2012. № 4. С. 24–28.
- [5] Корнен Н. Н. Исследование состава и свойств БАД из семян винограда // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2013. № 1 (18). С. 48–51.
- [6] Корнен Н. Н., Лукьяненко М. В., Шахрай Т. А. Антиоксидантная активность пищевых добавок, полученных из вторичных растительных ресурсов // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2017. № 126. С. 109–118.
- [7] Лукин А. А., Зинин А. В., Мигуля И. Ю. Перспективы применения муки из виноградной косточки в технологии производства продуктов питания // *Вестник современных исследований*. 2017. № 10–1 (13). С. 84–86.
- [8] Решетник Е. И., Мандро Н. М., Шарипова Т. В., Максимюк В. А. Возможность использования муки из косточек винограда «Амурский» в качестве антиоксидантной добавки в разработке геродиетических мясорастительных полуфабрикатов // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2013. № 4 (28). С. 46–49.
- [9] Сидоренко А. В., Шаповалова Д. В., Володько Н. Г. Высокоэффективная технология утилизации виноградной выжимки и получения хлебобулочных изделий, обогащенных продуктами их переработки. Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: Матер. 4-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных с Межд. участием, Бийск, 2011. С. 314–316.
- [10] Смольянова А. П., Белякова К. Н., Павлова Д. А. Обзор использования нетрадиционного сырья при производстве мучных кондитерских изделий. В сборнике: *Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы Сборник статей X Международной научно-практической конференции*. 2018. С. 80–83.
- [11] Смольянова А. П., Блинохватова Ю. В. Применение вторичных сырьевых ресурсов в производстве хлебобулочных изделий // *Инновационная техника и технология*. 2018. № 4 (17). С. 25–28.
- [12] Samohvalova O., Grevtseva N., Brykova T., Grigorenko A. Влияние порошка из виноградных косточек на качество сдобного печенья // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2016. Т. 3. № 11 (81). С. 61–66.
- [13] Тарасов С. В., Мартовщук В. И., Беляева Ю. А. Сравнительное исследование липидного комплекса виноградных косточек, выделенного механическим отжимом и экстракцией // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2015. № 1 (343). С. 6–9.
- [14] Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А. В. Павлов. СПб: Гидрометеиздат, 1998. 286 с.

References

- [1] Ghukasyan, T., Ilchishina N.V. Gamanenko A.I., Anicka T.V. the analysis of food and biological value of grape seed. In: *Innovations in the food and service industry. Electronic collection of materials of the I International scientific and practical conference dedicated to the 30 th anniversary of the Department of technology and catering*. 2014. pp. 294–295.
- [2] Derevenko V.V., Sidorenko A. V. Waste-free technology of grapes. In: *Food technology and biotechnology. Abstracts of the X International conference of young scientists*. 2009. pp. 43–44.
- [3] Dudarev M. S., Basiy N. A., Martovschuk V. I. Comparative characteristics of grape seeds // *Food industry*-No. 3, 2003, pp. 48–49.
- [4] Isigova T. A., Musaeva N. M. Salmanov M. M. Chemical composition and nutritive value of supplements from the seeds, skin and the ridges of the grapes // *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2012. No. 4. pp. 24–28.
- [5] Kornen N. N. Study of the composition and properties of dietary SUPPLEMENTS from grape seeds // *Technology and merchandising of innovative food products*. 2013. No. 1 (18). pp. 48–51.
- [6] Kornen N. N., Lukyanenko M. V., Shakhray T. A. Antioxidant activity of food additives obtained from secondary plant resources // *Polythematic network electronic scientific journal of Kuban state agrarian University*. 2017. No. 126. pp. 109–118.
- [7] Lukin A. A., Zinin A. V., Migulya I. Y. Prospects of application of grape seed flour in food production technology // *Bulletin of modern research*. 2017. No. 10–1 (13). pp. 84–86.
- [8] Reshetnik E. I., Mandro N. M., Sharipova T. V., Maksimyuk V. A. the Possibility of using flour from the seeds of grapes «Amur» as an antioxidant additive in the development of herodietic meat-growing semi-finished products // *Far Eastern agrarian Bulletin*. 2013. No. 4 (28). pp. 46–49.
- [9] Sidorenko A. V. Shapovalova D. V., Volodko N. G. highly Effective technology of utilization of grape pomace and production of bakery products enriched with products of their processing. Technologies and equipment of chemical, biotechnological and food industry: Mater. The 4th all-Russian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists from the University. Moscow, Biysk, 2011. pp. 314–316.
- [10] Smolyanova A. P., Belyakova K. N., Pavlova D. A. Review of the use of unconventional raw materials in the

production of flour confectionery products. In the collection: Food industry and agro-industrial complex: achievements, problems, prospects Collection of articles X International scientific and practical conference. 2018. pp. 80–83.

- [11] Smolyanova A. P., Blinokhvatova Y. V. Application of secondary raw materials in the production of bakery products // Innovative technique and technology. 2018. No. 4 (17). pp. 25–28.
- [12] Samohvalova O., Grevtseva N., Brykova T., Grigorenko A. The influence of grape seed powder on the quality of butter cookies // Eastern European journal of advanced technology. 2016. Vol. No. 11 (81). pp. 61–66.
- [13] Tarasov S. V., Martovschuk V. I., Belyaeva Y. A. Comparative study of lipid complex of grape seeds isolated by mechanical pressing and extraction // Proceedings of higher educational institutions. Food technology. 2015. No. 1 (343). pp. 6–9.
- [14] Collection of recipes of flour confectionery and bakery products for public catering/ A. V. Pavlov. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1998. 286 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Смольянова Аля Павловна кандидат сельскохозяйственных наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(987) 514-57-26 E-mail: Alyasmol@mail.ru</p>	<p>Smolyanova Alya Pavlovna PhD in Agricultural Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(987) 514-57-26 E-mail: Alyasmol@mail.ru</p>
<p>Волошина Марина Олеговна ассистент «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 426-03-25 E-mail: mari6ka_o_g@list.ru</p>	<p>Voloshina Marina Olegovna assistant «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 426-03-25 E-mail: mari6ka_o_g@list.ru</p>

Улучшение содержания пищевых волокон и биоактивных компонентов в продуктах экструзии

Фролов Д.И., Лукьянова Е.А.

Аннотация. Для производства снеков в качестве основных ингредиентов используются различные зерновые крупы. Однако, в настоящее время, все чаще встречается обогащение экструдированных продуктов пищевыми волокнами, биоактивными компонентами. Физико-химические и органолептические свойства экструдированных продуктов зависят от добавления ингредиентов, богатых белками, клетчаткой и биоактивными компонентами. На содержание питательных веществ в экструдатах особое влияние оказывают условия процесса экструзии. В статье рассмотрены исследования в области использования различных технологий и применения сырьевых компонентов, улучшающих пищевую ценность и другие свойства продуктов экструзии.

Ключевые слова: экструзия, белок, пищевые волокна, антоцианы, каротиноиды.

Для цитирования: Фролов Д.И., Лукьянова Е.А. Улучшение содержания пищевых волокон и биоактивных компонентов в продуктах экструзии // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 18–25.

Improving the content of dietary fiber and bioactive components in extrusion products

Frolov D.I., Lukyanova E.A.

Abstract. For the production of snacks, various cereals are used as the main ingredients. However, at present, enrichment of extruded products with dietary fiber, bioactive components is increasingly common. The physicochemical and organoleptic properties of extruded products depend on the addition of ingredients rich in proteins, fiber and bioactive components. The nutrient content of the extrudates is particularly influenced by the conditions of the extrusion process. The article discusses research in the use of various technologies and the use of raw materials that improve the nutritional value and other properties of extrusion products.

Keywords: extrusion, protein, dietary fiber, anthocyanins, carotenoids.

For citation: Frolov D.I., Lukyanova E.A. Improving the content of dietary fiber and bioactive components in extrusion products. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 18–25. (In Russ.).

Введение

Проблема определения пищевых волокон возникает из-за отсутствия общепринятого метода количественной оценки всех компонентов пищевых волокон. Пищевые волокна представляют собой съедобные части растений или аналогичные сахараиды, которые устойчивы к перевариванию и всасыванию в тонкой кишке человека с полной или частичной ферментацией в толстой кишке. Типы растительных материалов, которые включены в определение, могут быть разделены на две формы в зависимости от их растворимости: нерастворимые пищевые волокна, которые включают целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин, и растворимые пищевые волокна, которые включают β -глюканы, пектин, камеди, слизи и некоторые гемицеллюлозы. Это определение включает в себя только некрахмальные по-

лисахариды, но резистентный крахмал также может рассматриваться как компонент пищевых волокон, поскольку он определяется в общем количестве пищевых волокон.

Пищевые волокна снижают риск развития диабета 2 типа, сердечно-сосудистых заболеваний и рака толстой кишки за счет уменьшения переваривания и всасывания макронутриентов и уменьшения времени контакта канцерогенов в просвете кишечника. Добавка с пищевым волокном может привести к развитию фитнес-продуктов, с низким содержанием холестерина и липидов. Согласно текущим рекомендациям, среднесуточная потребность в пищевых волокнах составляет 21–25 г в день для женщин и 30–38 г в день для мужчин. Пищевая клетчатка также имеет важное значение для здоровья детей, особенно в обеспечении нормальной перистальтике кишечника. Исследования

также показывают, что пищевые волокна в детском возрасте могут быть полезны для профилактики и лечения ожирения, а также для снижения уровня холестерина в крови, что может снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний в будущем [1].

Как правило, рафинированная зерновая мука содержит небольшое количество клетчатки (от 2% до 5%). Цельнозерновая мука содержит больше клетчатки (от 10 до 15%). Наибольшее количество клетчатки содержится в отрубной части злаков (20–90%). В злаках пищевые волокна в основном нерастворимы, за исключением овса, в котором растворимо около 50% клетчатки.

Добавление пищевых волокон из злаков

Ячмень играет незначительную роль в питании человека, но продукты с новыми функциональными и питательными свойствами являются предпосылкой для более высокого потребления ячменя. β -Глюкан является важным питательным компонентом этого злака. Было показано, что β -глюкан из ячменя является гипохолестеринемическим, и это свойство может быть результатом его способности увеличивать вязкость содержимого кишечника. Он также является мощным индуктором гуморального и клеточного иммунитета [2].

На деполимеризацию полисахаридов во время экструзии влияет повышенное напряжение сдвига. Молекулярная масса β -глюкана, экстрагированного из ячменной муки, составляет 160000. β -Глюкан, экстрагированный из экструдированных препаратов ячменя, приготовленных при влажности 22,5%, показал, в зависимости от температуры экструзии, следующие молекулярные массы: 110000 (130 °C), 125000 (150 °C) и 80000 (170 °C). Связывание и иммобилизация воды является важной функцией растворимых пищевых волокон. Благодаря своей целлюлозоподобной структуре β -глюканы растворимы лишь частично. Экструзия также приводит к более высокой растворимости материала ячменя. Чтобы получить хорошие текстурные свойства экструдата ячменя, является предпочтительной влажность 20,0–22,5% [3].

Образование устойчивого крахмала во время экструзии ячменя не может быть обобщено. Авторы [4] показали, что экструзия при 100 °C увеличивает содержание устойчивого крахмала, но при более низких температурах (60 и 80 °C) содержание устойчивого крахмала уменьшается. Это говорит о том, что фрагментация крахмала легко происходит при 100 °C, что приводит к образованию амилозных цепей, которые могут быть включены в кристаллическую структуру резистентного крахмала третьего типа. Устойчивый крахмал типа 3 определяется как ретроградированная фракция крахмала, образованная после варки и хранения [5], авторы [6] сообщили о формировании этого типа крахмала в экструдированной ячменной муке с высоким содержанием амилозы, но не наблюдали какого-либо

стойкого крахмала типа 3 в экструдированной ячменной муке с низким содержанием амилозы. Наибольшее содержание устойчивого крахмала было получено при использовании температуры массы приблизительно 150 °C и влажности около 20%. Разные результаты, полученные в разных исследованиях, можно объяснить несколькими способами:

После релаксации материала на основе зерновых при выходе из матрицы происходили ретроградация и перекристаллизация, что является предварительным условием для образования ферментативно-устойчивого крахмала типа 3 [3].

Условия экструзии, особенно сдвиговое действие шнека экструдера, могли вызвать разложение амилозы на молекулы с меньшей степенью полимеризации, которые не могли быть включены в кристаллическую структуру резистентного крахмала типа 3.

Мука представляет собой сложную систему, и другие компоненты, такие как белки, β -глюканы и / или пентозаны, могут препятствовать образованию устойчивого крахмала типа 3 [4].

Экструзия ячменной муки может быть определенным образом неприемлемой для потребителей, поскольку экструдаты могут иметь вкус «отрубей».

Смешивание ячменя с томатной выжимкой дало экструдаты с высоким уровнем предпочтения, особенно с томатной выжимкой на уровне 10%. Высокая температура экструзии (160 °C) была предпочтительной, потому что снижение температуры матрицы увеличивало твердость продукта [7].

По экономическим причинам особенно интересно использовать побочные продукты из других отраслей пищевой промышленности, которые являются источниками компонентов с высокой пищевой ценностью. Примером такого материала является отработанное зерно пивоваренных заводов, которое содержит около 52% нерастворимых пищевых волокон и 2,5% растворимых пищевых волокон. Добавление отработанного зерна к кукурузной крупе на уровне 5-20% значительно увеличило содержание всех фракций пищевых волокон. Добавление 10% увеличило почти в три раза содержание всех фракций пищевых волокон. Наиболее высокие соотношения были установлены для фракций гемицеллюлозы и целлюлозы. Наблюдалось более высокое содержание пищевых волокон после экструдирования по сравнению с их теоретическим содержанием [8]. Это можно объяснить образованием резистентного крахмала и взаимодействиями частично деградированных веществ, приводящими к образованию новых комплексов, устойчивых к переработке.

Волокно увеличивает твердость экструдированных продуктов и уменьшает расширение в результате его влияния на толщину клеточной стенки [9]. Утолщение клеточных стенок приводит к уменьшению размера воздушной ячейки в микроструктуре экструдата. Другое объяснение может заключаться в том, что распад компонентов на более мелкие частицы, который может препятствовать

расширению пузырьков, снижает растяжимость клеточных стенок и вызывает преждевременный разрыв паровых ячеек в микроструктуре экструдата [10]. При более высоких уровнях добавления (20%) отработанное зерно вызывало почти двукратное увеличение плотности и очень низкое расширение. Также полученный таким образом продукт характеризовался специфическим послевкусием и ароматом пивного отработанного зерна, поэтому требовалось добавление ароматизаторов.

Продукты помола пшеницы можно также использовать в продуктах экструдированного завтрака. Эти продукты содержат почти исключительно нерастворимые пищевые волокна. Механическое напряжение в процессе экструзии должно быть причиной разрушения полисахаридных связей, что приводит к высвобождению олигосахаридов и, следовательно, к увеличению растворимых пищевых волокон. Также наблюдалось увеличение растворимого волокна во время экструзионной варки кукурузного волокна из-за превращения некоторых нерастворимых компонентов волокна в растворимое волокно во время экструзии. Авторы [11] также показали увеличение количества нерастворимых пищевых волокон, что можно объяснить желатинизацией и ретроградацией крахмала, которые происходили во время экструзии, и часть его могла быть превращена в неразлагаемые полисахариды. Кроме того, реакция Майяра, которая происходила во время экструзии, привела к образованию белково-полисахаридного комплекса, который был устойчив к ферментативной деградации. Согласно определению, эти продукты нельзя рассматривать как пищевые волокна, но они ведут себя как пищевые волокна при аналитическом определении, а также физиологически. С другой стороны, авторы [6] показали, что содержание нерастворимых пищевых волокон в двух разных типах ячменя увеличивается в одном случае и уменьшается в другом в процессе экструзии. Экструзия овсяных отрубей также привела к увеличению растворимых пищевых волокон с 89 г/кг до 95–142 г/кг в зависимости от условий экструзии. Более высокая температура (140 °С по сравнению с 100 °С) и более низкая влажность (10% по сравнению с 30%) привели к более высокому увеличению содержания растворимых пищевых волокон [12].

Добавление пищевых волокон из бобовых

В последние годы злаки использовались для приготовления растворимых пищевых волокон в ряде исследований, но информация о соевых бобах и других бобовых скудна. Остаток сои, который является основным побочным продуктом производства соевого молока и тофу, является хорошим источником пищевых волокон. Содержание общего волокна в остатках сои составляет около 60%, а содержание растворимых пищевых волокон только 2–3%. При температуре экструзии 115 °С, влажно-

сти 31% и скорости шнека 18,8 рад/с содержание растворимых пищевых волокон увеличилось на 10,6% по сравнению с неэкструдированным остатком сои. Нагревание также изменяло структурные характеристики волокна, что увеличивало его способность поглощать воду. Повышенный уровень муки из бобов привел к значительному снижению расширения по сравнению с волокнами зернового происхождения. Тем не менее, тип бобов значительно повлиял на расширение. Исследования показали, что замена кукурузного крахмала на бобовую муку, независимо от сорта, возможна на уровне 30%.

Были также проведены исследования использования некоторых других бобовых, таких как нут, чечевица и пажитник [13]. Твердость экструдатов уменьшилась, так как доля нута увеличилась с 50% до 70%. Экструдированный продукт, содержащий 80% муки из нута, был более твердым, чем продукт, содержащий 70% муки из нута. Экструдированные продукты, изготовленные из 70:30 смесей нута и рисовой муки, имели самое высокое расширение и самое низкое значение твердости [14]. Снековые продукты на основе нута с высокой степенью расширения и низкой объемной плотностью и твердостью были получены при низкой влажности, высокой скорости шнека и средней и высокой температуре в цилиндре в диапазоне 15,3–18,7% влажности, скорости шнека 23,7–36,0 рад/с и температурой 143–177 °С [15]. Однако добавление пажитника может быть неприемлемым даже при очень низких уровнях включения (2%) из-за выраженного горького вкуса. Однако продукт, содержащий 15% полисахарида пажитника, был приемлемым [14].

Для приготовления растворимых пищевых волокон из бобовых культур предпочтительна двухшнековая экструзия, так как можно экструдировать при более низких температурах, которые требуют меньше энергии. Кроме того, двухшнековая экструзия может сократить время экструзии за счет увеличения скорости шнека.

Добавление пищевых волокон из фруктов и овощей

Добавление брокколи и оливковой пасты в экструдаты кукурузы было исследовано авторами [16]. Независимые переменные процесса экструзии (температура, скорость шнека, влажность сырья, брокколи или оливковой пасты) существенно влияли на структурные характеристики экструдата. Повышение температуры и скорости вращения шнека вызвало снижение вязкости смеси и увеличение желатинизации крахмала, что привело к образованию более пористых продуктов. Увеличение влажности отрицательно сказалось на желатинизации крахмала и уменьшило пористость экструдатов. Увеличение уровня добавления брокколи и оливковой пасты уменьшило пористость продуктов из-за высокого содержания клетчатки и белка. Расширение экструдата уменьшалось по мере уве-

личения содержания влаги и уровня добавок, в то время как увеличение скорости шнека приводило к увеличению объема продукции. Наиболее подходящими условиями для получения продуктов с более высоким расширением были начальная влажность 14%, содержание 4% и скорость шнека 26,2 рад/с. Для экструдатов кукурузы и брокколи оптимальная температура составляла 140 °С, а для экструдатов кукурузно-оливковой пасты - 180 °С.

Исследователи [9] продемонстрировали, что твердость экструдированных продуктов не была связана с уровнем цветной капусты, который был единственным источником, который увеличивал уровень пищевых волокон. Органолептическая оценка тех же образцов показала, что экструдаты, содержащие 0–10% цветной капусты, были признаны значительно более приемлемыми, чем образцы, содержащие 15–20% цветной капусты.

Экструдирование мякоти апельсина привело к увеличению общего пектина. Более продолжительное время пребывания (более низкая скорость шнека 14,3 рад/с) и содержание влаги 27–33% были достаточными, чтобы вызвать изменения в структуре протопектина, обеспечивающие как солубилизацию, так и выделение пектина [17]. Более высокие уровни растворимой фракции в общем пищевом волокне были обнаружены в концентратах овощей, чем в зерновых, поскольку общее диетическое волокно из овощей имеет большее сродство к воде, чем отруби зерновых. Условия экструзии увеличивали количество общего пищевого волокна в смеси кукурузной муки и красной капусты, но уменьшались в смеси пшеничной муки и красной капусты. Вероятно, это связано с высоким содержанием амилозы в кукурузном крахмале, что привело к образованию стойкого крахмала. Экструзия увеличивала количество общего и растворимого пищевого волокна сладкого картофеля, особенно по сравнению с лиофилизированными и высушенными на воздухе образцами [18].

Добавление биоактивных компонентов

Фитохимические вещества как биологически активные непитательные соединения во фруктах, овощах, зерне и других растительных продуктах были связаны с уменьшением риска основных хронических заболеваний. Было идентифицировано более 5 000 фитохимических веществ, но большое их количество до сих пор остается неизвестным. Однако убедительные данные свидетельствуют о том, что польза фитохимических веществ во фруктах и овощах может быть даже больше, чем это понимается в настоящее время, поскольку окислительный стресс, вызванный свободными радикалами, участвует в этиологии широкого спектра хронических заболеваний [19]. Например, флавоноиды обладают антимикробным, противовирусным, антиканцерогенным и сосудорасширяющим действием.

Зерновые культуры содержат большое ко-

личество биологически активных веществ, в том числе антиоксидантов. Большая часть фенольных соединений находится во внешних частях зерен, где они участвуют в защите от ультрафиолетового излучения, проникновении патогенных микроорганизмов и в изменении механических свойств [20]. Доминирующей фенольной кислотой, содержащейся в пшенице, ячмене и ржи, является феруловая кислота, а в овсе - кумаровая кислота. Рожь и овес содержат также небольшое количество синаповой и кофейной кислот. Связанные с эфиром фенольные кислоты являются доминирующими по сравнению со свободными кислотами. Наибольшее содержание обеих форм было обнаружено у ржи (54,6 мг/кг) и овса (30,1 мг/кг).

Экструзия (влажность 20%, скорость шнека 52,4 рад/с, температура цилиндра 120–200 °С) вызывала увеличение всех анализируемых свободных и сложноэфирных фенольных кислот, за исключением синаповой и кофейной кислот. Авторы [21] сообщили о значительном снижении общего содержания фенола при экструзии ячменной муки. Снижение общего содержания фенолов может объясняться либо разложением фенольных соединений из-за высокой температуры экструзии, либо изменением молекулярной структуры фенольных соединений, что может привести к снижению химической реакционной способности фенольных соединений или снижению их экстрагируемости из-за определенной степени полимеризации. Также сообщалось, что фенольные соединения могут взаимодействовать с белками и могут не проявлять их действительную ценность. Увеличение содержания фенола во время экструзии указывает на то, что условия экструзии могут высвобождать фенольные кислоты и их производные из клеточных стенок. Затем, в результате, высвобожденные фенольные кислоты могут способствовать более высокому антиоксидантному потенциалу [22].

Овес уникален среди обычных злаков благодаря высокому содержанию липидов и белков, а их липолитические ферменты в 10–15 раз активнее ферментов пшеницы. Эндогенные фенольные вещества в овсе обеспечивают некоторую защиту, но обработка перед экструзией может повредить эти соединения, уменьшая их антиоксидантное действие. Природные фенольные соединения, добавляемые в зерно перед экструзией, могут синергировать и защищать эндогенные антиоксиданты [90]. Это также может привести к образованию новых антиоксидантов. Эти добавленные антиоксиданты будут равномерно диспергированы в пищевой матрице и с меньшей вероятностью будут сублимироваться, чем бутилированный гидрокситолуол или бутилированный гидроксианизол, что приведет к отсроченному началу окисления липидов. Феруловая кислота и бензоин в количестве 1 г/кг были эффективными в отсрочке начала окисления, в то время как хлорогеновая кислота была неэффективной,

возможно, из-за образования комплекса с железом из-за износа шнека [23].

Значительное появление биологически активных фенольных соединений, соответствующих антиоксидантных способностей наряду с интересными функциональными свойствами обезвоженной бобовой муки делают их полезными для эффективного включения в рацион человека. Общее содержание полифенолов в цельной бобовой муке, варьировалось от 4,3 г/кг до 17,4 г/кг в пересчете на сухое вещество. Мука из цельных бобов и кукурузная кукуруза смешивались в пропорции 60:40, и экструзия проводилась в различных условиях влажности (14,5–18,0%) и температуры (150–190 °С). Результаты показали, что после экструзии содержание полифенолов оставалось высоким (15,1 г/кг в пересчете на сухое вещество, выраженное в эквивалентах галловой кислоты) в смеси, экструдированной при 142 °С и влажности 16,3%. Была обнаружена корреляция между наилучшей процедурой экструзии, содержанием биологически активных соединений и антиоксидантной способностью конечного продукта. Влияние экструзии на общее содержание фенолов в бобах зависит от сорта бобов [23].

Антоцианы

Антоцианы представляют собой водорастворимые пигменты, отвечающие за красный, синий и фиолетовый цвета у многих пищевых культур. Они являются известными альтернативами синтетическим красителям. Натуральные красители имеют ряд недостатков, таких как высокая цена, сложность экстракции и изменение цвета при обработке. Искусственные красители стоят недорого и превосходят натуральные экстракты по тинкториальной силе, оттенку и стабильности. Хотя осведомленность потребителей о рисках, связанных со здоровьем, связанных с искусственными красящими добавками, возросла, искусственные красители по-прежнему используются чаще, чем натуральные красители во многих обработанных пищевых продуктах.

Сухие завтраки, окрашенные натуральными фруктами, могут понравиться потребителям, заинтересованным в здоровой пище. Цельная желтая кукуруза является хорошим источником фенольных соединений, но измельчение может удалить некоторые эндогенные антиоксиданты, такие как фенолы, и, таким образом, добавление других антиоксидантов к кукурузе должно улучшить срок хранения [24]. Кроме того, что касается флавоноидов и связанных с ними фенолов, то, как антирадикальная, так и антиоксидантная активность способствуют объяснению защитного действия богатых растительными диетами на коронарные заболевания.

Органолептическая оценка показала, что общая приемлемость тесно связана со сладостью, твердостью и вкусом. Образцы черники получили самый низкий балл по общему признанию. Черничный концентрат обеспечивал терпкость, которая

могла повлиять на сладость продукта. Таким образом, если основной целью является яркий цвет, следует использовать чернику, но необходимо улучшить сладость и вкус [25].

Экструзия клюквенной выжимки с кукурузным крахмалом в соотношениях 30:70, 40:60 и 50:50, при температурах 150–190 °С и скорости шнека 15,7 рад/с и 20,9 рад/с показала, что потери антоцианов сильно зависели от уровня выжимки. Минимальная потеря в антоцианинах наблюдалась в смеси, содержащей только 30% выжимки, при этом терялась только 50% антоцианинов. Экструдаты, содержащие 50% выжимки, сохраняли только 35%. Это предполагает возможную защиту крахмала, присутствующего в смеси экструдата. Антиоксидантная емкость экструдатов возрастала при более высоких температурах из-за образования продуктов реакции Майяра, которые обладают восстановительной способностью [26].

Органолептическая оценка экструдатов, полученных из порошка красной моркови (1–3%) и рисовой муки, показала хорошую приемистость всех образцов. Наилучшая сенсорная оценка не коррелировала с сохранением цвета антоцианов. Добавление 2% лимонной кислоты увеличивало сохранение цвета с 41% до 63%, но экструдаты были очень кислыми и органолептически неприемлемыми. Введение 1% лимонной кислоты также было полезным (удержание 59%) и показало гораздо лучшие результаты. Введение аскорбиновой кислоты (0%, 0,1% и 1%) в смесь, содержащую кукурузную муку, сахарозу (15%) и черничный концентрат (17%), показало, что обогащение аскорбиновой кислотой ускоряет разложение антоцианов в процессе экструзии. Это может быть связано с взаимодействием продуктов окисления аскорбиновой кислоты с антоцианами или с прямой конденсацией и усиленным образованием полимерных пигментов. Сенсорная оценка образцов показала, что фруктовый вкус был недостаточно сильным, но мягкая кислотность, обеспечиваемая аскорбиновой кислотой, способствовала улучшению фруктового вкуса [27].

Каротиноиды

β -каротин не только важный и безопасный источник витамина А, но и полезный пищевой краситель. Существуют значительные доказательства того, что β -каротин, являясь высокоактивным гасителем синглетного кислорода, может играть важную роль в профилактике заболеваний, опосредованных свободными радикалами.

Чтобы исследовать технологические потери из-за чувствительности фитохимикатов, β -каротин был включен в приготовленные в экструзии продукты на основе зерновых. Напряжения, вызванные технологическим процессом, варьировались с использованием различных точек дозирования, скорости шнека и температуры цилиндра. Результаты показали распад β -каротина в результате окисления, вызванного термическими и механическими воздействиями. Когда раствор вводили в конец экс-

трудера, молекулы β -каротина подвергались механическим и термическим воздействиям в течение более короткого времени, что приводило к увеличению удержания общего содержания на 10% по сравнению с применением до пластификации крахмала. Повышение температуры расплава со 135 до 170 °C не оказало какого-либо влияния на удержание β -каротина. Увеличение скорости шнека с 31,4 рад/с до 52,4 рад/с значительно увеличило удержание примерно на 25%. Эти результаты позволяют предположить, что потери β -каротина были вызваны в основном механическим напряжением, а не тепловым напряжением [28].

Выводы

Рассмотренные исследования в области использования и применения различного сырья, улучшающего пищевую ценность и лечебно-профилактические свойства экструзионных продуктов, показали, что тенденцию на применение различных биоактивных ингредиентов. Физико-химические и органолептические свойства экструдированных продуктов зависят как от добавления ингредиентов, так и от условий экструзии.

Список литературы

- [1] Williams, C. L.: Dietary fiber in childhood. *Journal of Paediatrics*, 149, 2006, pp. S121–S130. DOI: 10.1016/j.jpeds.2006.06.066.
- [2] Havrlentova, M. Kraic, J.: Content of D-glucan in cereal grains. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45, 2006, pp. 97–103.
- [3] Huth, M. Dongowski, G. Gebhardt, E. Flamme, W.: Functional properties of dietary fibre enriched extrudates from barley. *Journal of Cereal Science*, 32, 2000, pp. 115–128. DOI: 10.1006/j.jcrs.2000.0330.
- [4] Faraj, A. Vasanthan, T. Hoover, R.: The effect of extrusion cooking on resistant starch formation in waxy and regular barley flours. *Food Research International*, 37, 2004, pp. 517–525. DOI: 10.1016/j.foodres.2003.09.015.
- [5] Sayago-Ayerdi, S. Tovar, J. Blancas-Benitez, F. J. Bello-Perez, L. A.: Resistant starch in common starchy foods as an alternative to increase dietary fibre intake. *Journal of Food and Nutrition Research*, 50, 2011, pp. 1–12.
- [6] Vasanthan, T. Gaosong, J. Yeung, J. Li, J.: Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry*, 77, 2002, pp. 35–40.
- [7] Altan, A. McCarthy, K. L. Maskan, M.: Evaluation of snack foods from barley-tomato pomace blends by extrusion processing. *Journal of Food Engineering*, 84, 2008, pp. 231–242.
- [8] Stojceska, V. Ainsworth, P. Plunkett, A. Ibanoglu, S.: The effect of extrusion cooking using different water feed rates on the quality of ready to eat snacks made from food by-products. *Food Chemistry*, 114, 2009, pp. 226–232.
- [9] Stojceska, V. Ainsworth, P. Plunkett, A. Ibanoglu, S.: The recycling of brewers processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology. *Journal of Cereal Science*, 47, 2008, pp. 469–479.
- [10] Lobato, L. P. Anibal, D. Lazaretti, M. M. Grossmann, M. V. E.: Extruded puffed functional ingredient with oat bran and soy flour. *LWT—Food Science and Technology*, 44, 2011, pp. 933–939.
- [11] Esposito, F. Arlotti, G. Bonifati, A. M. Napolitano, A. Vitale, D. Fogliano, V.: Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food Research International*, 38, 2005, pp. 1167–1173.
- [12] Zhang, M. Bai, X. Zhang, Z.: Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran. *Journal of Cereal Science*, 54, 2011, pp. 98–103.
- [13] Patil, R. T. Berrios, J. D. Tang, J. Swanson, B. G.: Evaluation of methods for expansion properties of legume extrudates. *Applied Engineering in Agriculture*, 23, 2007, pp. 777–783.
- [14] Shirani, G. Ganesharane, R.: Extruded products with fenugreek (*Trigonella foenum-graecium*) chickpea and rice: Physical properties, sensory acceptability and glycaemic index. *Journal of Food Engineering*, 90, 2009, pp. 44–52.
- [15] Meng, X. Threinen, D. Hansen, M. Driedger, D.: Effects of extrusion conditions on system parameters and physical properties of a chickpea flour-based snack. *Food Research International*, 43, 2010, pp. 650–658.
- [16] Bisharat, G. I. Oikonomopoulou, V. P. Panagiotou, N. M. Krokida, M. K. Maroulis, Z. B.: Effect of extrusion conditions on the structural properties of corn extrudates enriched with dehydrated vegetables. *Food Research International*, 53, 2013, pp. 1–14.
- [17] Larrea, M. A. Chang, Y. K. Bustos, F. M.: Effect of some operational extrusion parameters on the constituents of orange pulp. *Food Chemistry*, 89, 2005, pp. 301–308.
- [18] Shih, M. Kuo, C. Chiang, W.: Effects of drying and extrusion on colour, chemical composition, antioxidant activities and mitogenic response of spleen lymphocytes of sweet potatoes. *Food Chemistry*, 117, 2009, pp. 114–121.

- [19] Kris-Etherton, P. K. Hecker, K. D. Bona- nome, A. Coval, S. M. Binkosi, A. E. Hil- pert, K. F. Griel, A. E. Etherton, T. D.: Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine*, 113, 2002, pp. 71S–88S.
- [20] Mikulajova, A. Takacsova, M. Rapta, P. Brindzova, L. Zalibera, M. Nemeth, K.: Total phenolic contents and antioxidant capacities of cereal and pseudocereal genotypes. *Journal of Food and Nutrition Research*, 46, 2007, pp. 150–157.
- [21] Sharma, P. Gujral, H. S. Singh, B.: Antioxidant activity of barley as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry*, 131, 2012, pp. 1406–1413.
- [22] Zielinski, H. Kozłowska, H. Lewczuk, B.: Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2, 2001, pp. 159–169.
- [23] Aguilera, Y. Estrella, I. Benitez, V. Este- ban, R. M. Martin-Cabrejas, M. A.: Bioactive compounds and functional properties of dehydrated bean flours. *Food Research International*, 44, 2011, pp. 774–780.
- [24] Camire, M. E. Dougherty, M. P. Briggs, J. L.: Functionality of fruit powders in extruded corn breakfast cereals. *Food Chemistry*, 101, 2007, pp. 765–770.
- [25] Camire, M. E. Chaovanalikit, A. Dougherty, M. P. Briggs, J.: Blueberry and grape anthocyanins as breakfast cereal colorants. *Journal of Food Science*, 67, 2002, pp. 438–441.
- [26] White, B. L. Howard, L. R. Prior, R. L.: Polyphenolic composition and antioxidant capacity of extruded cranberry pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 2010, pp. 4037–4042.
- [27] Chaovanalikit, A. Dougherty, M. P. Camire, M. E. Briggs, J.: Ascorbic acid fortifica- tion reduces anthocyanins in extruded blueberry- corn cereals. *Journal of Food Science*, 68, 2003, pp. 2136–2140.
- [28] Emin, M. A. Mayer-Miebach, E. Schuch- mann, H. P.: Retention of carotene as a model substance for lipophilic phytochemicals during extrusion cooking. *LWT–Food Science and Technology*, 48, 2012, pp. 302–302.

References

- [1] Williams, C. L.: Dietary fiber in childhood. *Journal of Paediatrics*, 149, 2006, pp. S121–S130. DOI: 10.1016/j.jpeds.2006.06.066.
- [2] Havrlentova, M. Kraic, J.: Content of β -D-glucan in cereal grains. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45, 2006, pp. 97–103.
- [3] Huth, M. Dongowski, G. Gebhardt, E. Flamme, W.: Functional properties of dietary fibre enriched extrudates from barley. *Journal of Cereal Science*, 32, 2000, pp. 115–128. DOI: 10.1006/jcrs.2000.0330.
- [4] Faraj, A. Vasanthan, T. Hoover, R.: The effect of extrusion cooking on resistant starch formation in waxy and regular barley flours. *Food Research International*, 37, 2004, pp. 517–525. DOI: 10.1016/j.foodres.2003.09.015.
- [5] Sayago-Ayerdi, S. Tovar, J. Blancas-Beni- tez, F. J. Bello-Perez, L. A.: Resistant starch in common starchy foods as an alternative to increase dietary fibre intake. *Journal of Food and Nutrition Research*, 50, 2011, pp. 1–12.
- [6] Vasanthan, T. Gaosong, J. Yeung, J. Li, J.: Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry*, 77, 2002, pp. 35–40.
- [7] Altan, A. McCarthy, K. L. Maskan, M.: Evaluation of snack foods from barley-tomato pom- ace blends by extrusion processing. *Journal of Food Engineering*, 84, 2008, pp. 231–242.
- [8] Stojceska, V. Ainsworth, P. Plunkett, A. Ibanoglu, S.: The effect of extrusion cooking using different water feed rates on the quality of ready to eat snacks made from food by-products. *Food Chemistry*, 114, 2009, pp. 226–232.
- [9] Stojceska, V. Ainsworth, P. Plunkett, A. Ibanoglu, S.: The recycling of brewers processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology. *Journal of Cereal Science*, 47, 2008, pp. 469–479.
- [10] Lobato, L. P. Anibal, D. Lazaretti, M. M. Grossmann, M. V. E.: Extruded puffed functional ingredient with oat bran and soy flour. *LWT–Food Science and Technology*, 44, 2011, pp. 933–939.
- [11] Esposito, F. Arlotti, G. Bonifati, A. M. Napolitano, A. Vitale, D. Fogliano, V.: Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by- products. *Food Research International*, 38, 2005, pp. 1167–1173.
- [12] Zhang, M. Bai, X. Zhang, Z.: Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran. *Journal of Cereal Science*, 54, 2011, pp. 98–103.
- [13] Patil, R. T. Berrios, J. D. Tang, J. Swanson, B. G.: Evaluation of methods for expan- sion properties of legume extrudates. *Applied Engineering in Agriculture*, 23, 2007, pp. 777–783.
- [14] Shirani, G. Ganesharane, R.: Extruded products with fenugreek (*Trigonella foenum-graecium*) chickpea and rice: Physical properties, sensory acceptability and glycaemic index. *Journal of Food Engineering*, 90, 2009, pp. 44–52.
- [15] Meng, X. Threinen, D. Hansen, M. Driedger, D.: Effects of extrusion conditions on system param- eters and physical properties of a chickpea flour- based snack. *Food Research International*, 43, 2010, pp. 650–658.

- [16] Bisharat, G. I. Oikonomopoulou, V. P. Pana- giotou, N. M. Krokida, M. K. Maroulis, Z. B.: Effect of extrusion conditions on the structural pro- perties of corn extrudates enriched with dehydrated vegetables. *Food Research International*, 53, 2013, pp. 1–14.
- [17] Larrea, M. A. Chang, Y. K. Bustos, F. M.: Effect of some operational extrusion parameters on the constituents of orange pulp. *Food Chemistry*, 89, 2005, pp. 301–308.
- [18] Shih, M. Kuo, C. Chiang, W.: Effects of dry- ing and extrusion on colour, chemical composi- tion, antioxidant activities and mitogenic response of spleen lymphocytes of sweet potatoes. *Food Chemistry*, 117, 2009, pp. 114–121.
- [19] Kris-Etherton, P. K. Hecker, K. D. Bona- nome, A. Coval, S. M. Binkosi, A. E. Hil- pert, K. F. Griel, A. E. Etherton, T. D.: Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine*, 113, 2002, pp. 71S–88S.
- [20] Mikulajova, A. Takacsova, M. Rapta, P. Brindzova, L. Zalibera, M. Nemeth, K.: Total phenolic contents and antioxidant capacities of cereal and pseudocereal genotypes. *Journal of Food and Nutrition Research*, 46, 2007, pp. 150–157.
- [21] Sharma, P. Gujral, H. S. Singh, B.: Antioxidant activity of barley as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry*, 131, 2012, pp. 1406–1413.
- [22] Zielinski, H. Kozlowska, H. Lewczuk, B.: Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2, 2001, pp. 159–169.
- [23] Aguilera, Y. Estrella, I. Benitez, V. Este- ban, R. M. Martin-Cabrejas, M. A.: Bioactive compounds and functional properties of dehydrated bean flours. *Food Research International*, 44, 2011, pp. 774–780.
- [24] Camire, M. E. Dougherty, M. P. Briggs, J. L.: Functionality of fruit powders in extruded corn breakfast cereals. *Food Chemistry*, 101, 2007, pp. 765–770.
- [25] Camire, M. E. Chaovanalikit, A. Dougherty, M. P. Briggs, J.: Blueberry and grape anthocyanins as breakfast cereal colorants. *Journal of Food Science*, 67, 2002, pp. 438–441.
- [26] White, B. L. Howard, L. R. Prior, R. L.: Polyphenolic composition and antioxidant capacity of extruded cranberry pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 2010, pp. 4037–4042.
- [27] Chaovanalikit, A. Dougherty, M. P. Camire, M. E. Briggs, J.: Ascorbic acid fortifica- tion reduces anthocyanins in extruded blueberry- corn cereals. *Journal of Food Science*, 68, 2003, pp. 2136–2140.
- [28] Emin, M. A. Mayer-Miebach, E. Schuch- mann, H. P.: Retention of β -carotene as a model substance for lipophilic phytochemicals during extrusion cooking. *LWT–Food Science and Technology*, 48, 2012, pp. 302–302.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>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</p>	<p>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</p>
<p>Лукьянова Елизавета Александровна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail: liza-lukyanova-97@mail.ru</p>	<p>Luk'yanova Elizaveta Aleksandrovna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail: liza-lukyanova-97@mail.ru</p>

Исследование влияния экструдированной композитной смеси семян расторопши и зерна пшеницы на срок хранения хлебобулочных изделий

Шматкова Н.Н., Курочкин А.А.

Аннотация. В статье рассматривается влияние экструдированной композитной смеси (ЭКС) семян расторопши и зерна пшеницы на срок хранения хлебобулочных изделий из ржаной муки. Экструдат смеси семян расторопши и зерна пшеницы получали путем обработки смеси ингредиентов в соотношении 1:4 в течение 10–15 с при температуре 100–105 °С в одношнековом пресс-экструдере КМЗ-2У, оборудованном вакуумной камерой. Применение ЭКС позволило дополнительно к ингредиентам основного сырья добавить пищевые волокна, растительный белок, липиды, минеральные вещества, а также витамины и биофлавоноиды, содержащиеся в расторопше. Внесение экструдата смеси расторопши пятнистой и зерна пшеницы в рецептуру ржаного хлеба способствует продлению срока сохранения свежести продукта, так как замедляет процесс его черствения.

Ключевые слова: ржаная мука, тесто, хлебобулочные изделия, экструдированная смесь семян расторопши и зерна пшеницы, химический состав, качество.

Для цитирования: Шматкова Н.Н., Курочкин А.А. Исследование влияния экструдированной композитной смеси семян расторопши и зерна пшеницы на срок хранения хлебобулочных изделий // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 26–31.

Investigation of the influence of extruded composite mixture of milk thistle seeds and wheat grain on the shelf life of bakery products

Shmatkova N.N., Kurochkin A.A.

Abstract. The article considers the influence of extruded composite mixture (EX) of milk Thistle seeds and wheat grain on the shelf life of rye flour bakery products. Milk Thistle seed and wheat grain extrudate was obtained by processing a mixture of ingredients in a ratio of 1:4 for 10–15 s at a temperature of 100–105 °C in a single-screw extruder KMZ-2U equipped with a vacuum chamber. The use of EX allowed in addition to the ingredients of the main raw materials to add dietary fibers, vegetable protein, lipids, minerals, as well as vitamins and bioflavonoids contained in milk Thistle. By adding an extrudate of a mixture of milk Thistle and wheat grain to the recipe of rye bread, it helps to prolong the shelf life of the product, as it slows down the process of its staling.

Keywords: rye flour, dough, bakery products, extruded mixture of milk Thistle seeds and wheat grains, chemical composition, quality.

For citation: Shmatkova N.N., Kurochkin A.A. Investigation of the influence of extruded composite mixture of milk thistle seeds and wheat grain on the shelf life of bakery products. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 26–31. (In Russ.).

Введение

Необходимость некоторых технологических решений при производстве хлебобулочных изделий обусловлена применением пищевых комплексных добавок, обеспечивающих стабилизацию свойств применяемого сырья, расширение ассортимента вырабатываемого продукта, замедление его черствения, а также выработку хлеба с измененным

химическим составом. Такие решения формируют весьма перспективные направления развития хлебопекарного производства.

Хлебобулочные изделия – незаменимая и обязательная составная часть рациона человека. В условиях рыночной экономики и конкурентной борьбы в пищевой отрасли существенно повышаются требования к качеству продуктов питания, в общем, и хлебу – в частности. Одним из вариантов реше-

ния задач, связанных с этими запросами общества и рынка пищевых продуктов, является производство хлебобулочных изделий с увеличенным сроком годности [1, 6].

Известно, что замедление черствения хлеба связано с улучшением структурно-механических свойств теста путем введения в него модифицированных крахмалов. Установлено, что применение модифицированных крахмалов повышает гидрофильные свойства муки и усиливает процесс изменения белков клейковины в тесте в требуемом направлении. В свою очередь это обеспечивает улучшение структурно-механических свойств теста и повышение качества хлеба: его объем возрастает на 10-20 %, улучшается структура пористости, мякиш становится более эластичным и несколько светлее. При этом хлеб сохраняет свежесть более продолжительное время, чем без добавок [1].

Одним из наиболее перспективных и широко применяемых способов модификации крахмалов в сырье растительного происхождения считается термопластическая экструзия [2]. В связи с этим логично предположить, что экструдированная композитная смесь (ЭКС) семян расторопши и зерна пшеницы будет положительно влиять на сохранность хлебобулочных изделий из ржаной муки [3].

Целью работы является исследование влияния экструдированной композитной смеси семян расторопши и зерна пшеницы на срок хранения хлебобулочных изделий из ржаной муки.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись:

- экструдат семян расторопши и зерна пшеницы;
- мука ржаная обойная ГОСТ 7045-2017;
- солод ржаной красный ГОСТ Р 522061-2003;
- соль поваренная пищевая ГОСТ Р 51574-2018;
- дрожжи хлебопекарные прессованные ГОСТ Р 54731-2011;
- вода питьевая ГОСТ Р 51232-98;
- тмин ГОСТ 29056-91.

Экструдат смеси семян расторопши и зерна пшеницы получали путем обработки ингредиентов в соотношении 1:4 в течение 10-15 с при температуре 100-105°C в одношнековом пресс-экструдере КМЗ-2У, оборудованном вакуумной камерой [4, 5].

В работе применяли общепринятые и специальные методы определения органолептических, и физико-химических показателей качества сырья, а также готовой продукции.

Результаты и их обсуждение

С целью обоснования целесообразности применения в технологии производства ржаных сортов хлеба с использованием экструдата смеси семян расторопши и зерна пшеницы на первом этапе ис-

следований были определены его органолептические и физико-химические свойства.

При изучении химического состава ЭКС определяли следующие показатели: влажность, зольность, содержание белка, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ. Результаты химического состава ЭКС приведены в табл. 1.

Как следует из данных таблицы, массовая доля влаги в ЭКС находится на низком уровне что, в свою очередь, будет способствовать хорошей сохранности экструдированной смеси в период между ее применением.

Экструдированная смесь в сравнении с ржаной мукой содержит много сырого протеина (15,7%), что говорит о высоком потенциале ЭКС как источника обогащения хлебобулочных изделий белком.

Более детальное рассмотрение состава и свойств ЭКС позволяет сделать вывод о том, она может рассматриваться в качестве добавки, содержащей функциональные пищевые ингредиенты, которые могут быть полезны при выработке хлебобулочных изделий из ржаной муки.

С другой стороны не следует забывать, что ржаная мука имеет в своем составе ферменты, активно расщепляющие крахмал, и в отличие от пшеничной муки не обладает способностью образовывать клейковину. В связи с этим, основным показателем, определяющим хлебопекарные свойства ржаной муки, принята автолитическая активность, т.е. способность накапливать в тесте то или иное количество водорастворимых веществ. Данный показатель существенно влияет на состояние мякиша ржаного хлеба, его липкость, а также форма изделия [1].

В связи с наличием в ЭКС достаточно большого количества растительных ферментов (энзимов), определенный интерес вызывает их влияние на биотехнологические свойства дрожжей замешиваемого теста. Об этом свойстве ЭКС судили по подъемной силе, и было установлено, что время всплытия шарика сокращалось в среднем на 12,6% по сравнению с контрольной пробой. Таким образом, можно сделать вывод о том, что добавка ЭКС способствует заметному повышению подъемной силы дрожжей.

Факт положительного влияния ЭКС на подъемную силу дрожжей позволяет предположить, что экструдат влияет и на интенсивность брожения

Таблица 1 – Химический состав ЭКС

Наименование показателя	ЭКС
Массовая доля влаги, %	7,8
Массовая доля протеина, % СВ	15,7
Массовая доля жира, % СВ	8,65
Массовая доля клетчатки, % СВ	7,35
Массовая доля золы, % СВ	2,94
Безазотистые экстрактивные вещества, % СВ	65,36

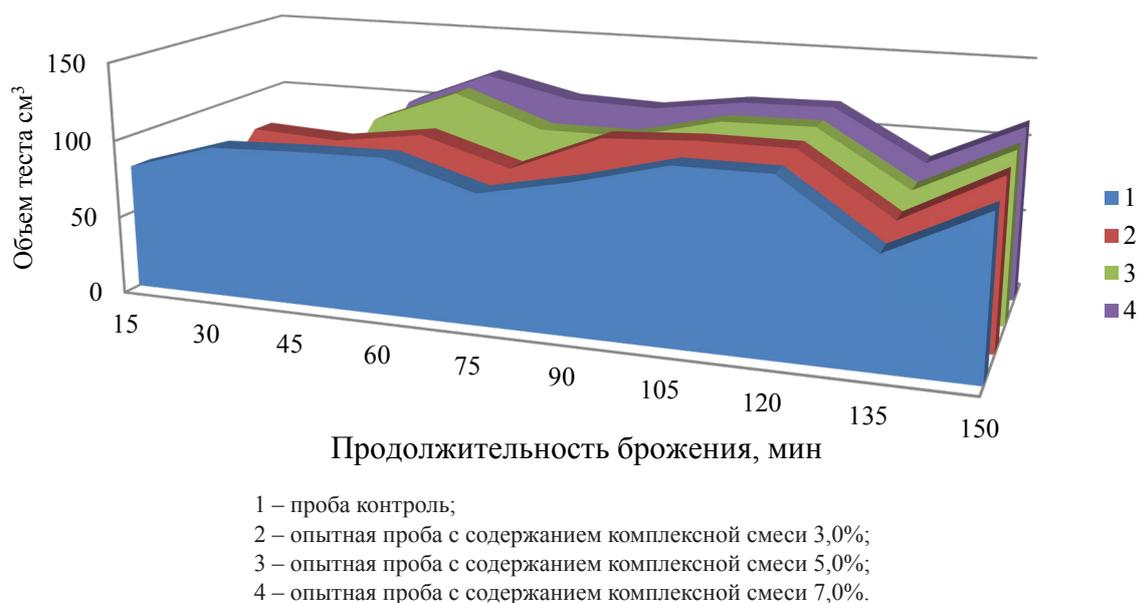


Рис. 1. Влияние ЭКС на интенсивность брожения теста

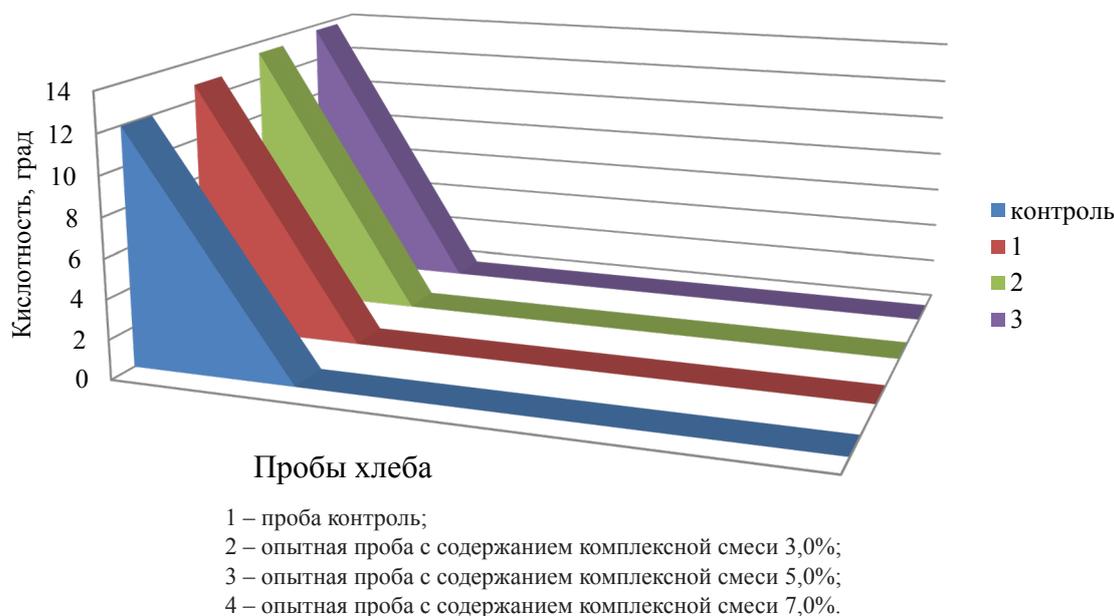


Рис. 2. Влияние ЭКС на кислотность хлеба ржаного

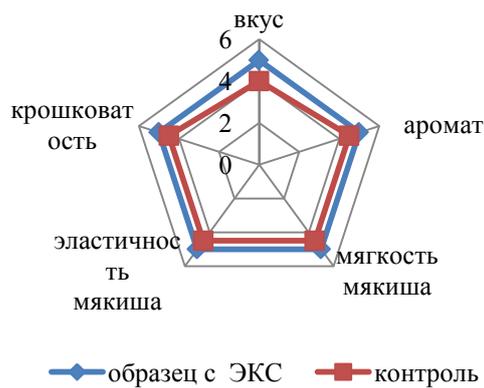
теста. Косвенным, но достаточно информативным показателем этого служит изменение объема теста в процессе его брожения. Как видно из рис. 1 добавка ЭКС в тесто в количестве 3,0; 5,0 и 7,0% к массе муки позволяет в сравнении с контролем (тесто без добавки) увеличить объем получаемого теста.

Оценка влияния ЭКС на качество готовых хлебобулочных изделий выполнялась на основе пробных лабораторных выпечек. В качестве объекта исследований принимались пробы ржаного хлеба, в которые при выработке теста добавляли ЭКС в количестве 3,0; 5,0 и 7,0% к массе муки. Выработка теста осуществлялась многостадийным способом. Экструдированная смесь семян расторопши и зерна пшеницы вносилась в муку в виде водной суспен-

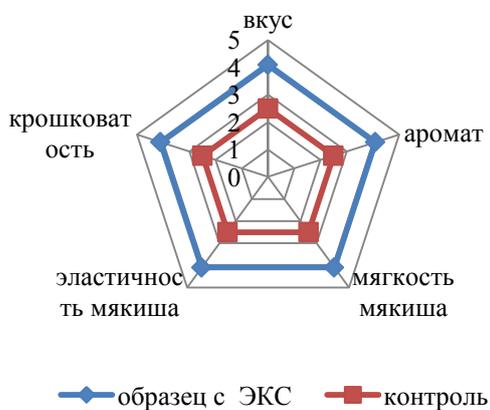
зии. Контролем служил ржаной хлеб без добавления ЭКС.

Органолептическая оценка образцов выпеченного ржаного хлеба показала, что все они имели румяную корку, специфический приятным привкус и пряный аромат. При этом все перечисленные показатели более характерны для хлеба с долей внесенного ЭКС 5,0 и 7,0%, а образец с добавкой ЭКС в количестве 3,0%, практически не отличался по своим органолептическим показателям от контрольного образца.

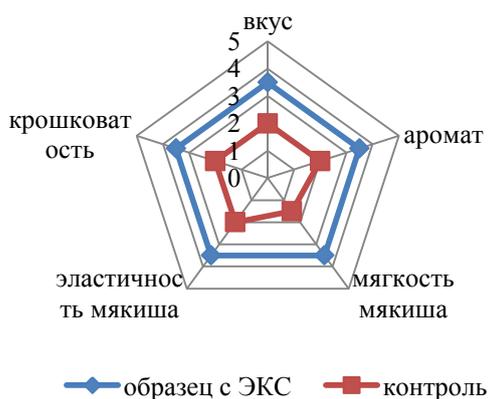
Как известно, в расторопше содержится относительно много флавоноидных соединений, что отразилось на цвете мякиша экспериментальных образцов хлеба. При этом с увеличением дозиров-



а)



б)



в)

Рис. 3. Профилограмма органолептических показателей образцов хлеба ржаного с заменой части муки на ЭКС для оценки свежести (черствения) хлеба ржаного: а) через 24 ч хранения; б) через 48 ч хранения; в) через 72 ч хранения

ки экструдированной смеси семян расторопши и зерна пшеницы интенсивность окраски мякиша увеличивалась. В этом отношении наилучшими органолептическими показателями характеризовался образец хлеба с содержанием ЭКС в количестве 5%.

Физико-химические показатели качества ржаного хлеба обычно характеризуются влажностью, пористостью, кислотностью и формоустойчивостью.

Как показали наши исследования, внесение ЭКС практически не повлияло на влажность мякиша: во всех образцах хлеба она находилась в интервале 50,0-51,0% и не существенно отличалась от этого показателя контрольного образца.

Пористость образцов с добавлением ЭКС была несколько выше, чем в контрольной пробе. Однако разницу по этому показателю в сравнении с контролем статистическими методами доказать не удалось.

Кислотность мякиша у исследуемых образцов ржаного хлеба существенно зависела от дозировки внесения ЭКС (рис. 2).

Анализ полученных данных показал, что в зависимости от дозировки кислотность мякиша по сравнению с контролем возрастала в пробах с соответствующим содержанием ЭКС на 43, 57 и 71%. Такой результат позволяет сделать вывод о некоторых ограничениях применения ЭКС при использовании муки с повышенной кислотностью, так как это может привести к заметному увеличению кислотности мякиша выпекаемого хлеба.

Формоустойчивость изделий снижалась в среднем на 10%, при внесении соответствующих дозировок ЭКС.

Обобщенные данные, приведенные выше, свидетельствуют о том, что лучшие органолептические и физико-химические показатели имели образцы ржаного хлеба с добавлением экструдированной смеси семян расторопши и зерна пшеницы в количестве 5% к массе муки. Такая дозировка была принята за основу в последующих сериях экспериментов.

Одним из важнейших показателей качества хлеба является сохранение свежести в процессе его хранения. В связи с этим в следующей серии экспериментов нами исследовалось влияние ЭКС на продолжительность хранения хлеба из ржаной муки. В качестве контроля использовали образцы хлеба из ржаной обойной муки. На рис. 3 приведены профилограммы органолептических показателей образцов хлеба ржаного с заменой части муки на 5% экструдированной смеси семян расторопши и зерна пшеницы.

Анализ приведенных профилограмм показывает, что в процессе хранения экспериментального и контрольного образцов выпеченного хлеба потеря их свежести по интенсивности заметно отличалась. Средний балл по всем показателям качества свежести (черствости) хлеба ржаного для контрольного

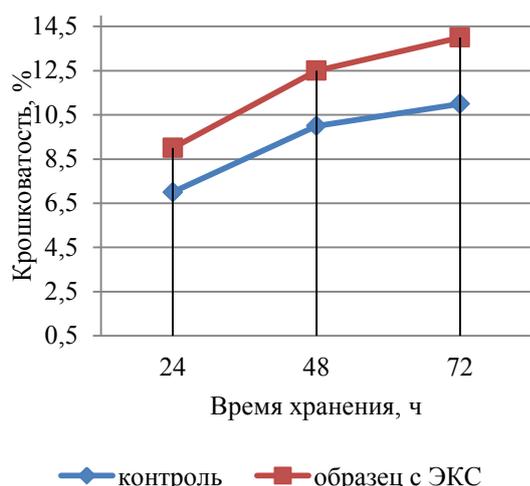


Рис. 4. Изменение показателя крошковатости в процессе хранения хлеба ржаного

образца через 72 ч хранения снижается на 51,8%, а для образца, обогащенного ЭКС – на 31,3%.

Одним из важных показателей свежести хлеба является крошковатость его мякиша, которая, по мнению специалистов, связана с переходом клейстеризованного крахмала в первоначальное состояние, при котором отдельные его зерна сокращаются в объеме и вокруг них образуются воздушные прослойки. При этом считается, что чем данный показатель выше, тем с большей интенсивностью черствеет хлеб [1].

Список литературы

- [1] Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. «Логос». Київ. 2002. 365 с.
- [2] Инновации в экструзии /А.А. Курочкин, П. К. Гарькина, А. А. Блинохватов. [и др.]. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 247 с.
- [3] Курочкин А. А. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятистной/А.А. Курочкин, Д. И. Фролов //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 76–81.
- [4] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 В29С47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, Р.В. Шабнов, А. А. Курочкин, В. А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 7с.
- [5] Пат. 189317 Российская Федерация СПК В29С48/00. Экструдер с вакуумной камерой /заявители: П. К. Гарькина, В. М. Зимняков, А. А. Курочкин, О. Н. Кухарев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГАУ. № 2019105424; заявл. 26.02.2019; опубл. 22.05.2019, Бюл. № 19. 7с.
- [6] Шматкова Н.Н., Воронина П.К. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения /Н.Н. Шматкова, П.К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2015. № 3 (04). С. 33–39.

References

- [1] Drobot, V.I. Technology lubarskaja virobnictva /V. I. Drobot. «Logo». Kiev. 2002. 365 p.
- [2] Innovations in extrusion /A. A. Kurochkin, P.K. Garkina, A. Blinokhatov. [et al.] Penza: RIO PHAU, 2018. 247 p.
- [3] Kurochkin, A. A. Multicomponent extrudate based on wheat grain and milk Thistle seeds / A.A. Kurochkin, D. I. Frolov // Izvestiya Samara state agricultural Academy. 2015. No. 4. Pp. 76–81.
- [4] Pat. 2561934 Russian Federation IPC7 V29S47 / 12. Extruder with vacuum chamber / applicants:

Наши исследования показывают, что крошковатость мякиша хлеба ржаного с добавлением 5 % ЭКС через 24 ч хранения меньше, чем в контрольном образце на 23,5% (рис. 4).

О свежести хлебобулочных изделий судили и по их структурно-механическим свойствам путём надавливания на поверхность целого изделия. При этом оценивали степень деформации при надавливании, откусывании, последующем разжевывании и проглатывании.

Все эти показатели убедительно свидетельствуют, что внесение ЭКС способствует продлению сроков сохранения свежести хлеба ржаного, т.е. замедляет процесс его черствения.

Выводы

Применение экструдированной смеси семян расторопши и зерна пшеницы позволяет получить изделия из ржаной муки, обогащенные пищевыми волокнами, белком, полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) и минеральными компонентами. На основании результатов эксперимента можно сделать вывод о том, что рациональной дозировкой экструдированной смеси следует считать 5% к общей массе муки.

Внесение экструдата смеси расторопши пятистной и зерна пшеницы в рецептуру ржаного хлеба способствует продлению срока сохранения свежести продукта, так как замедляет процесс его черствения.

- G. V. Shaburova, P. K. Voronina, R. V. Shabnov, 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. 7p.
- [5] Pat. 189317 the Russian Federation is SPK B29C48/00. 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. 7p.
- [6] Shmatkova, N. N., Voronina P.K. Prospects of application of composite mixture in technology of bakery products of functional purpose /N. N. Shmatkova, P.K. Voronina // Innovative technique and technology. 2015. No. 3 (04). Pp. 33–39.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>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</p>	<p>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</p>
<p>Шматкова Наталья Николаевна аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(909) 315-04-29 E-mail: n.shmatkova2014@list.ru</p>	<p>Shmatkova Natalia Nikolaevna postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(909) 315-04-29 E-mail: n.shmatkova2014@list.ru</p>

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 621.521:637.116

Конструктивные решения, направленные на повышение скорости действия жидкостнокольцевых вакуумных насосов

Букин А.А., Родионов Ю.В., Скоморохова А.И., Дьяченко А.В.

Аннотация. В работе показана зависимость действительной скорости действия одноступенчатого и двухступенчатого жидкостнокольцевых вакуумных насосов. Даны формулы их определения в зависимости от соединительных коммуникаций и ступеней. Определено влияние различных типов соединительных коммуникаций и применение передаточных механизмов второй ступени на уменьшение потерь скорости действия двухступенчатого вакуумного насоса.

Ключевые слова: скорость действия, жидкостнокольцевой вакуумный насос, соединительные коммуникации, коэффициент подачи.

Для цитирования: Букин А.А., Родионов Ю.В., Скоморохова А.И., Дьяченко А.В. Конструктивные решения, направленные на повышение скорости действия жидкостнокольцевых вакуумных насосов // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 32–36.

Construction solutions aimed at increasing the speed of action of liquid-ring vacuum pumps

Bukin A.A., Rodionov Yu.V., Skomorokhova A.I., Dyachenko A.V.

Abstract. The paper shows the dependence of the actual speed of action of single-stage and two-stage liquid ring vacuum pumps. Formulas for their determination are given depending on the connecting communications and steps. The influence of various types of connecting communications and the use of transmission mechanisms of the second stage to reduce the loss of speed of action of a two-stage vacuum pump are determined.

Keywords: speed of action, liquid ring vacuum pump, connecting communications, delivery coefficient.

For citation: Bukin A.A., Rodionov Yu.V., Skomorokhova A.I., Dyachenko A.V. Construction solutions aimed at increasing the speed of action of liquid-ring vacuum pumps. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 32–36. (In Russ.).

Введение

Жидкостнокольцевые вакуумные насосы (ЖВН) нашли широкое распространение в сельском хозяйстве РФ. В тех случаях, когда давление всасывания должно быть ниже 10 кПа необходимо применять двухступенчатую модификацию данного насоса. Жидкостнокольцевые вакуумные насосы

имеют простую конструкцию, надежны в эксплуатации, а также обладают низким уровнем шума [1].

Одним из основных параметров ЖВН является действительная скорость действия. Данный параметр характеризуется объемным расходом откачиваемого газа ($\text{м}^3/\text{ч}$). Т.е. действительную скорость действия данного вакуумного насоса можно определить количеством газа в максимальной ячейке

или объемом этой ячейки при приведении газа к нормальному давлению. Однако в отличие от всех других машин объемного действия, объем газа в ячейке определяется не только их геометрическими размерами, но и параметрами жидкостного кольца.

Целью работы являлась описание характеристики конструктивных элементов и их влияние на быстроту действия разных модификаций жидкостнокольцевого вакуумного насоса.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования статьи явились жидкостнокольцевые вакуумные насосы и их конструктивные элементы. Методика проводилась по основной литературе про механические насосы, позволяющая исследовать расчет быстроты действия с учетом внедрений.

Результаты и их обсуждение

Как отмечено ранее в отличие от компрессоров, для ЖВН именно действительная быстрота действия, а не напор, является наиболее важной. Действительная быстрота действия одноступенчатых ЖВН определяется как

$$S_{д1} = S_{т1} \cdot \lambda_{п1}, \quad (1)$$

где $S_{д1}$ – действительная быстрота действия двухступенчатого ЖВН; $S_{т1}$ – теоретическая быстрота действия первой ступени; $\lambda_{п1}$ – коэффициент подачи первой ступени.

Причем теоретическая быстрота действия насоса зависит от частоты вращения вала, количества лопаток, эксцентриситета, рода рабочей жидкости, ширины рабочего колеса, внутренней поверхности жидкостного кольца по углу поворота, а на действительную быстроту действия дополнительно влияют потери, обусловленные пространством, образующимся между втулкой рабочего колеса и внутренней поверхностью жидкостного кольца, так называемой «мертвой зоной». Для определения потерь

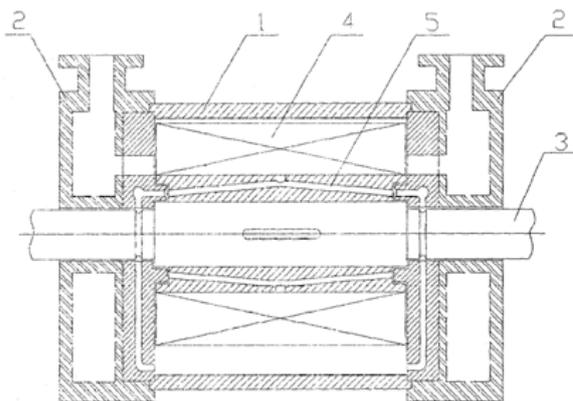


Рис. 1. Область подачи дополнительной рабочей жидкости

быстроты действия используем понятие коэффициента подачи, который считает по формуле

$$\lambda_{п} = 1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3, \quad (2)$$

где α_1 – коэффициент, учитывающий потери быстроты действия, обусловленные переносом газовой фазы со стороны нагнетания в сторону всасывания через «мертвую зону»; α_2 – коэффициент, учитывающий потери действительной быстроты действия вследствие перетечек газовой фазы в соседние ячейки через торцевые зазоры; α_3 – коэффициент, характеризующий потери, обусловленные образовавшимися парами в ячейке рабочего колеса вследствие испарения капель жидкости из-за теплообмена между газовой фазой и жидкостью, а также гидродинамического трения.

Для ЖВН с автоматически регулируемым окном коэффициент потерь через «мертвую зону» уменьшаем до нуля. Остаются потери через торцевые зазоры из-за их размеров, а также зоны и величины потерь через пространство, уплотняемое дополнительной рабочей жидкостью [2, 3]. Количество необходимой дополнительной рабочей жидкости складывается из жидкости уплотняющей торцевые зазоры, жидкости отводящей тепло трения между слоями и сжатия газовой смеси, а также жидкости, необходимой для пополнения жидкостного кольца.

Перерасход дополнительной рабочей жидкости вызывается неправильным выбором области ее подвода для уплотнения зоны отхода жидкостного кольца от втулки в верхней части насоса.

Так на подачу через всасывающее окно существенное влияние оказывает величина разрежения, а на ее расположение, точнее перекрытие угловая скорость вращения рабочего колеса. В тоже время нельзя сказать, что в любой момент времени количество поступившей жидкости равно количеству убывшей.

Здесь также оказывает влияние количество центробежная сила, расположение нагнетательного окна. Причем размер и расположение нагнетательного окна – давление газа в нем и соответственно движущая сила уноса жидкости.

Для снижения расхода дополнительной рабочей жидкости при уменьшении потерь разработана конструкция ЖВН, с подачей непосредственно в область уплотнения, согласно рисунку 1.

На данную конструкцию получен патент РФ № 2291987 [4].

Конструкция работает следующим образом. При работе насоса в каналы 7 подается рабочая жидкость. Она уплотняет торцевые зазоры между крышками 2 и лопатками рабочего колеса. Это снижает расход дополнительной жидкости, повышает быстроту действия, глубину предельного вакуума и КПД ЖВН.

Для двухступенчатого насоса данная характе-

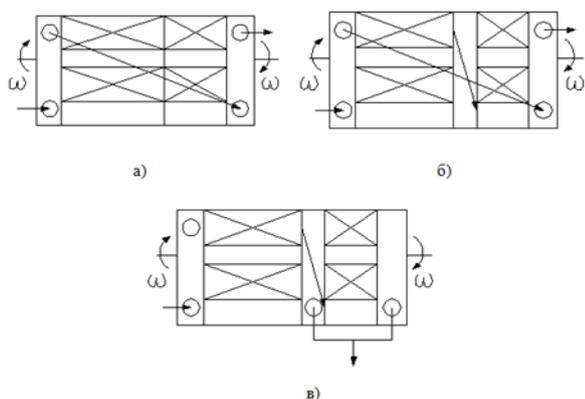


Рис.2. Схема соединения ступеней:

а) с соединительным патрубком б) с соединительным патрубком и промежуточной камерой; в) с промежуточной камерой и одновременным выводом газа с двух ступеней

ристика зависит от действительной быстроты действия первой ступени и потерь в первой и второй ступенях, а также в соединительных коммуникациях [5]. Действительная быстрота действия определяется, как

$$S_{дл} = S_{тI} \lambda_{пI} \lambda_{пII} \lambda_{ск}, \quad (3)$$

где $\lambda_{пII}$ – коэффициент подачи второй ступени; $\lambda_{ск}$ – коэффициент подачи в соединительных коммуникациях. Величины $\lambda_{пI}$, $\lambda_{пII}$, $\lambda_{ск}$ зависят от режима работы ЖВН.

При работе двухступенчатого ЖВН газ сжимается как в первой ступени, так и во второй ступени. Этим увеличивается общее давление нагнетания ЖВН, соответственно достигаемое давление разрежения на заключительной стадии вакуумирования. Переход газа из первой ступени во вторую может осуществляться различными способами.

Применяемый способ – использование соединительного патрубка показан на рисунке 1а. Способ обладает существенным недостатком: так как соединительный патрубок имеет высокие гидравлическое сопротивление, а объем его в ряде ЖВН больше, чем объема первой ступени, что влечет на начальных режимах к потерям быстроты действия и эффективной мощности.

Во избежание этого, применяют другие спо-

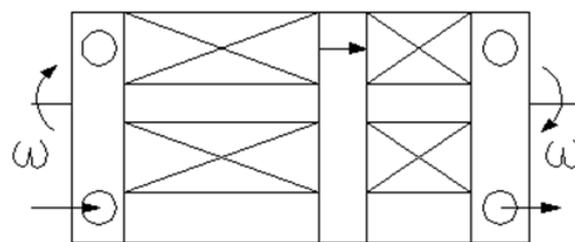
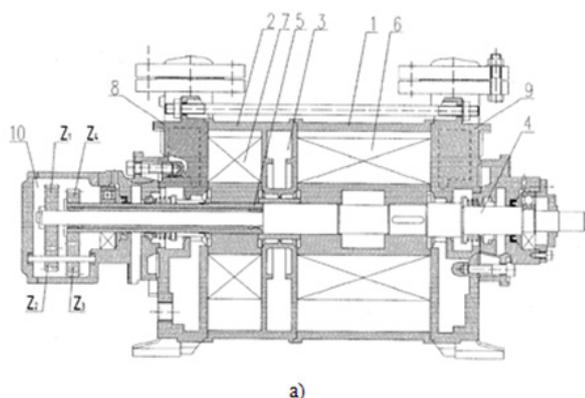


Рис. 3. ЖВН с прямым перепуском газа между ступенями

собы соединения ступеней: первый – с использованием промежуточной камеры показан на рисунке 1б. Промежуточная камера пропускает излишний газ из одной ступени в другую без изменения физико-механических и термодинамических свойств, избегая серьезной потери действительной быстроты действия. Вторым достоинством промежуточной камеры, из-за разнесения по разные стороны всасывающего и нагнетательного окон является снижение гидравлических сопротивлений.

Зарубежные производители (Finder Pompe SpA) применяют способ, показанный на рисунке 1в. Выпуск газа здесь производится одновременно из первой и второй ступеней, при этом лишний газ на начальной стадии процесса вакуумирования не попадают во вторую ступень и не ведет к дополнительным потерям. Это увеличивает быстроту действия насоса за счет снижения потерь в соединительных коммуникациях.[6]

Следовательно, наиболее эффективным способом будет прямой перепуск газа из зоны нагнетания первой ступени в зону всасывания второй ступени. Это создается конструкцией по схеме, приведенной на рисунке 2. Вращение рабочих колес в разные стороны дает возможность совместить нагнетательное окно первой ступени и всасывающее окно второй ступени. Такой способ делает возможным осуществить работу двухступенчатого ЖВН без применения соединительных коммуникаций, а значит, позволяет избежать лишних потерь и повысить действительную быстроту действия насоса.

Другим элементом, повышающим быстроту действия является применение частотного преобразователя тока, позволяющего увеличить частоту вращения асинхронного электродвигателя, а для двухступенчатых ЖВН применения двухступенчатого цилиндрического соосного редуктора и лобового вариатора, позволяющих ступенчато или плавно регулировать частоту вращения второй ступени в зависимости от режима вакуумирования, умень-

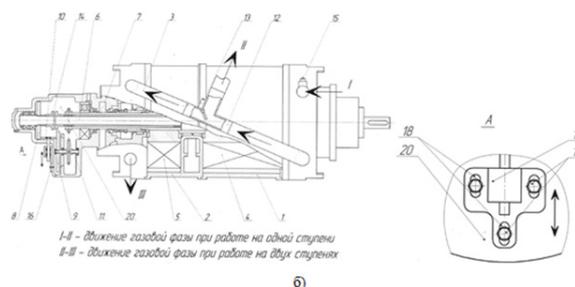


Рис. 4. Конструкции двухступенчатого жидкостнокольцевого вакуумного насоса

шая газовые потери в двухступенчатом насосе [7,8]. Схемы данных конструктивных решений показаны на рисунках 4а и 4б.

Двухступенчатый вакуумный жидкостнокольцевой насос, представленный на рис 4а, включает себя два корпуса 1, 2. Также между ступенями находится промежуточная камера 3. В корпусах находятся срединные друг с другом цельной вал 4 и полый вал 5. Валы в корпусе находятся с эксцентриситетом относительно центральной оси. На каждом валу посажено рабочее колесо 6, 7, а также соответствующие торцевые крышки 8, 9. В крышках отлиты всасывающее и нагнетательное окна. Концы валов связаны двухступенчатым цилиндрическим редуктором 10.

Двухступенчатый жидкостнокольцевой вакуумный насос, показанный на рис 4б, также включает корпуса двух ступеней 1 и 2. Они соединяются патрубками 3. В корпусах с эксцентриситетом находятся валы. Причем вал 6 располагается в полом валу 7. На них находятся рабочие колеса 4 и 5 первой и второй ступеней соответственно.

Они также соединены двухдисковым лобовым вариатором. Вариатор включает в себя диски 8, 9, а также промежуточный ролик 10. Изменение

направления вращения вала второй ступени происходит цепной передачей 11. В соединительный патрубок включен тройник 12, оснащенный электромагнитной задвижкой 13. Вариатор оснащен также электромагнитной муфтой 14 и датчиком 15 с пневматического привода. Для плавного изменения передаточного отношения вариатора введено регулирующее устройство 16. Оно состоит из корпуса подшипника с роликом 17 и пазу 18. Также в конструкцию введены винты 19. Механическая передача и муфта установлены на корпусе 20.

Выводы

1. Показаны основные конструктивные параметры и свойства рабочей жидкости, влияющие на быстроту действия одноступенчатого ЖВН.

2. Даны различные способы соединительных коммуникаций, влияющие на действительную быстроту действия двухступенчатого ЖВН.

3. Отражено применения частотного преобразователя для одноступенчатого ЖВН и механических передач на уменьшения потерь двухступенчатых ЖВН, а, следовательно, повышение их быстроты действия.

Список литературы

- [1] Фролов Е. С. Механические вакуумные насосы / Е. С. Фролов, И. В. Автономова, В. И. Васильев и др. М.: Машиностроение, 1989. 288 с.: ил.
- [2] Елизаров И. А. Исследование влияния расхода дополнительно подаваемой рабочей жидкости на рабочие характеристик жидкостнокольцевого вакуум-насоса / И. А. Елизаров, Д. В. Никитин, Ю. В. Родионов, В. Г. Однолько // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского, 2010 № 13 (28) С. 243–252.
- [3] Родионов Ю. В. Совершенствование теоретических методов расчета и обоснование параметров и режимов жидкостнокольцевых вакуумных насосов с учетом особенностей технологических процессов в АПК: дис. докт. техн. наук.– Тамбов, 2013. 434 с.
- [4] Пат. 2291987 Российская Федерация, МПК F04C7/00 F04C19/00, Жидкостно-кольцевая машина / Воробьев Ю. В., Максимов В. А., Попов В. В., Родионов Ю. В., Свиридов М. М.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Тамб. ГТУ». № 2004130046/06; заявл. 11.10.2004; опубл. 20.01.2007, Бюл. № 2, 5 с.: 1 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. 135с.
- [6] Karathanos V. T. Comparison of Two Methods of Estimation of the Effective Moisture Diffusivity from Drying Data / V. T. Karathanos, G. Villa-lobos, G. D. Saravacos // J. Food Sci. 1990. № 1. P. 218–233.
- [7] Пат. 2291320 Российская Федерация, МПК F04C7/00 F04C19/00, Двухступенчатая жидкостнокольцевая машина / Воробьев Ю. В., Волков А. В., Максимов В. А., Попов В. В., Родионов Ю. В., Свиридов М. М.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Тамб. ГТУ». № 2004130045/06; заявл. 11.10.2004; опубл. 10.01.2007, Бюл. № 1, 5 с.: 1 ил.
- [8] Пат. 2551449 Российская Федерация, МПК F04C7/00 F04C19/00, Двухступенчатая жидкостнокольцевая машина / Гуськов А. А., Ники-тин Д. В., Платицин П. С., Родионов Ю. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Тамб. ГТУ». № 2014127083/06; заявл. 02.07.2014; опубл. 27.05.2015, Бюл. № 15, 6 с.: 2 ил.

References

- [1] Frolov E. S., Avtonomova I. V., Vasiliev V. I. Mehanicheskie vakuumnnye nasosy [Mechanical vacuum pumps] / Moscow, Mechanical Engineering, 1989. 288 p.

- [2] Elizarov I.A., Nikitin D.V., Rodionov Yu.V., Odnolko V.G. Issledovanie vlijanija rashoda dopolnitel'no podavaemoj rabochej zhidkosti na rabochie harakteristik zhidkostnokol'cvogo vakuum-nasosa [Investigation of the effect of the flow rate of the additionally supplied working fluid on the operating characteristics of a liquid ring vacuum pump]. Questions of modern science and practice, 2010, no. 13 (28), pp. 243–252.
- [3] Rodionov Yu. V. Sovershenstvovanie teoreticheskikh metodov rascheta i obosnovanie parametrov i rezhimov zhidkostnokol'cevyyh vakuumnyh nasosov s uchetom osobennostej tehnologicheskikh processov v APK. Dis. kand. tehn. Nauk [Improvement of theoretical calculation methods and justification of parameters and modes of liquid ring vacuum pumps, taking into account the characteristics of technological processes in the agricultural sector]. Tambov, 2013. 434 p.
- [4] Vorobyov Yu.V., Maksimov V.A., Popov V.V., Rodionov Yu.V., Sviridov M.M. Zhidkostno-kol'cevaja mashina [Liquid ring machine]. Patent RF, no. 2291987, 2007.
- [5] Rodionov Yu. V. Povyshenie jeffektivnosti i jekspluatacionnyh harakteristik dvuhstupenchatyyh zhidkostnokol'cevyyh 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] Karathanos V.T., Villa-lobos G., Saravacos G.D. Comparison of Two Methods of Estimation of the Effective Moisture Diffusivity from Drying Data. J. Food Sci, 1990, no. 1, pp. 218–233.
- [7] Vorobyov Yu.V., Volkov A.V., Maksimov V.A., Popov V.V., Rodionov Yu.V., Sviridov M.M. Dvuhstupenchataja zhidkostno-kol'cevaja mashina [Two-stage liquid ring machine]. Patent RF, no. 2291320, 2007.
- [8] Guskov A.A., Nikitin D.V., Platitsin P.S., Rodionov Yu.V. Dvuhstupenchataja zhidkostno-kol'cevaja mashina [Two-stage liquid ring machine]. Patent RF, no. 2551449, 2015.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Букин Александр Александрович кандидат технических наук доцент кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(910) 756-10-37 E-mail: buka196528@rambler.ru</p>	<p>Bukin Alexander Alexandrovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Polymer processing and packaging production» Tambov State Technical University Phone: +7(910) 756-10-37 E-mail: buka196528@rambler.ru</p>
<p>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</p>	<p>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</p>
<p>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</p>	<p>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</p>
<p>Дьяченко Андрей Владимирович магистрант кафедры «Переработка полимеров и упаковочное производство» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» 392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, 112 Тел.: +7(920) 237-45-38 E-mail: tmm-dm@mail.nnn.tstu.ru</p>	<p>Dyachenko Andrey Vlavimirovich undergraduate of the department «Polymer processing and packaging production» Tambov State Technical University Phone: +7(920) 237-45-38 E-mail: tmm-dm@mail.nnn.tstu.ru</p>

Совершенствование рабочего процесса экструдера на основе анализа его структурной модели

Курочкин А.А., Потапов М.А.

Аннотация. Перспективным направлением модернизации экструдеров, применяемых для обработки сырья растительного происхождения, является термовакuumное воздействие на готовый продукт при выходе его из фильеры машины. Теоретические и экспериментальные исследования механизма формирования капиллярно-пористой структуры экструдатов в машине с вакуумной камерой показали, что при таком воздействии на продукт устраняются проблемы, заложенные в «классической» экструзии и появляются перспективы дальнейшего совершенствования конструкции экструдеров на основе термовакuumного эффекта в его рабочем процессе. В статье на основе структурно-функционального подхода к экструдеру с вакуумной камерой предложена структурная модель его рабочего процесса и, на основе ее анализа сформулировано техническое решение, обеспечивающие повышение эффективности рабочего процесса объекта исследований. Полученные данные позволяют рекомендовать двухступенчатое воздействие на экструдат, осуществляемое с помощью двух последовательно установленных вакуумных камер с понижением давления по ходу перемещения обрабатываемого сырья.

Ключевые слова: экструдер, растительное сырье, структурно-функциональный подход, модель, экструдат, термовакuumное воздействие, вакуумная камера.

Для цитирования: Курочкин А.А., Потапов М.А. Совершенствование рабочего процесса экструдера на основе анализа его структурной модели // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 37–41.

Improving the working process of the extruder based on the analysis of its structural model

Kurochkin A.A., Potapov M.A.

Abstract. A promising direction of modernization of extruders used for processing raw materials of plant origin is the thermal vacuum effect on the finished product when it exits the die of the machine. Theoretical and experimental studies of the mechanism of formation of capillary-porous structure of extrudates in a machine with a vacuum chamber have shown that such an impact on the product eliminates the problems inherent in the «classical» extrusion and there are prospects for further improvement of the design of extruders based on the thermal vacuum effect in its working process. The article is based on the structural-functional approach to the extruder with a vacuum chamber of the proposed structural model of its working process and, on the basis of its analysis, formulated a technical solution that provides increased efficiency to the object of research. The obtained data allow us to recommend a two-stage impact on the extrudate, carried out with the help of two sequentially installed vacuum chambers with a decrease in pressure during the movement of the processed raw materials.

Keywords: extruder, vegetable raw materials, structural and functional approach, model, extrudate, thermal vacuum effect, vacuum chamber.

For citation: Kurochkin A.A., Potapov M.A. Improving the working process of the extruder based on the analysis of its structural model. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 37–41. (In Russ.).

Введение

Одним из перспективных направлений модернизации экструдеров, используемых в пищевой промышленности, является применение принципа термовакуумного воздействия на готовый продукт при выходе его из фильеры машины. Совершенствование экструдеров в этом направлении связано, как минимум, с решением следующих проблем, сопряженных с практикой экструзии растительного сырья:

1. Возможность снижения рабочей температуры процесса до значений, обеспечивающих относительно мягкий режим обработки термолабильных ингредиентов сырья.
2. Создание условий для регенерации теплоты, затраченной на реализацию рабочего процесса машины и повышение энергоэффективности экструдера в целом.
3. Эффективное и достаточно простое регулирование обезвоживания экструдата, позволяющее отказаться от энергетически затратного процесса досушивания готового продукта.

Теоретические и экспериментальные исследования экструзионного процесса, в основе которого заложен способ воздействия на выходящий из фильеры машины продукт давлением, ниже атмосферного, реализованы в изобретениях, на которые компетентные органы Российской Федерации выдали патенты на изобретения и полезные модели [4-6].

Следующим этапом исследований в этом направлении является обоснование технических решений, позволяющих экструдерам с термовакуумным рабочим процессом обрабатывать сырьё с повышенной влажностью. С этой целью предлагается использовать инструменты структурного и функционального моделирования.

Структурное моделирование считается областью системного анализа и видом моделирования, который используется как средство исследования систем и может служить для их разработки наряду

с другими методами формализованного представления – теоретико-множественными, лингвистическими, кибернетическими и т.п. [1].

Структурный подход к совершенствованию рабочего процесса экструдера оправдан тем, что он позволяет выявить в рассматриваемой системе составные элементы и связи между ними.

На основе функционального подхода предполагается обосновать и сформулировать предложения по построению модернизируемой системы.

Цель исследования – обоснование пути совершенствования экструдера с вакуумной камерой на основе структурно-функционального подхода к модели его рабочего процесса.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является модернизированный экструдер с вакуумной камерой. В работе применялся метод структурного моделирования, основанный на структурно-функциональном подходе к объекту исследований.

Результаты и их обсуждение

Основой рабочего процесса экструдера с вакуумной камерой составляют операции, который выполняет серийная машины аналогичного назначения: перерабатываемое сырьё из загрузочного бункера посредством дозатора направляется в рабочую зону экструдера и, захваченное шнеком, последовательно перемещается по внутреннему тракту машины. Здесь оно измельчается, нагревается, уплотняется и, при соответствующих температуре и давлении выдавливается через фильеру матрицы за пределы машины.

Отличительным признаком модернизированного экструдера от серийного является то, что при выходе из машины экструдат поступает не в среду с атмосферным давлением, а в камеру с пониженным давлением [2].

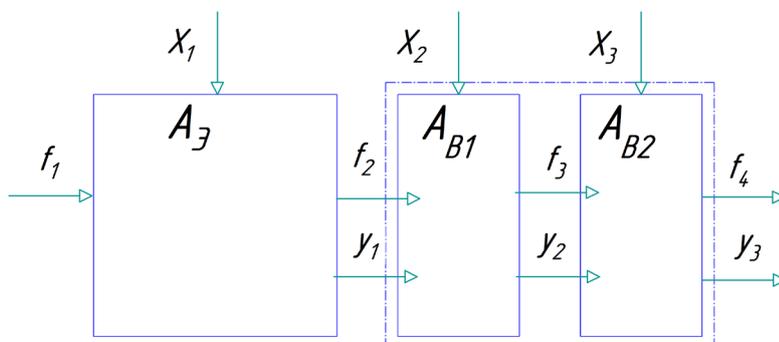


Рис. 1. Схема структурной модели функционирования экструдера:

$A_{Э}$ – экструдер; A_{B1} – первая вакуумная камера; A_{B2} – вторая вакуумная камера; f_1, f_2, f_3, f_4 – обобщённые показатели, характеризующие сырьё, поступающее в экструдер, первую и вторую вакуумные камеры и продукт на выходе из машины; X_1, X_2, X_3 – обобщённые значения внутренних факторов соответственно экструдера и вакуумных камер; Y_1, Y_2, Y_3 – обобщённые значения результирующих факторов экструдера и вакуумных камер

При таком давлении кипение воды, находящейся в продукте происходит при температуре, меньшей, чем это происходит при работе серийного экструдера. Тем самым, снижается расход электроэнергии, необходимой для нагрева сырья, а также обеспечивается более мягкий режим воздействия на термолабильные ингредиенты получаемого экструдата. Интенсивное вскипание жидкости, находящейся в экструдате, приводит к значительному снижению его температуры с одновременным снижением влажности готового продукта. В том случае, если необходимо получить продукт с пониженной влажностью или обрабатывается сырье с большим содержанием воды, экструдат с помощью шлюзового затвора перемещается во вторую камеру.

Схема структурной модели функционирования экструдера с двумя камерами для термовакуумной обработки получаемого экструдата приведена на рисунке.

Анализ схемы показывает, что основными оценочными критериями работы экструдера являются обобщенные значения результирующих факторов

экструдера и двух вакуумных камер (Y_1, Y_2, Y_3), которые характеризуют производительность экструдера (объемный расход экструдата в зонах функционирования перечисленных устройств).

Основными внешними воздействиями (входными факторами), оказывающими влияние на работу экструдера, являются обобщенные статистические показатели, характеризующие свойства сырья

и готового продукта (f_1, f_2, f_3, f_4).

На значения оценочных критериев оказывают влияние факторы, обусловленные внутренней структурой и параметрами экструдера и вакуумных

камер – X_1, X_2, X_3 .

Конечной целью системного анализа является определение оптимальных, либо рациональных

значений факторов X_1, X_2, X_3 с целью доведения

показателя Y_3 до оптимального, а при невозможности – до рационального.

Запишем основные ограничения, связанные с практической реализацией предложенной структурной модели экструдера.

Очевидно, что первое из них связано с производительностью каждого элемента, входящего с анализируемую модель:

$$Q_{B2} \geq Q_{B1} \geq Q_{\text{Э}}, \quad (1)$$

где Q_{B2} – объемный расход экструдата на выходе из второй вакуумной камеры, м³/ч;

Q_{B1} – объемный расход экструдата на выходе из первой вакуумной камеры, м³/ч;

$Q_{\text{Э}}$ – объемный расход экструдата на выходе из фильеры экструдера после «взрыва», м³/ч.

Обобщенные статистические показатели, характеризующие свойства сырья и готового продукта должны в первую очередь обеспечивать снижение влагосодержания в сырье (готовом продукте) по мере обработки его в каждом элементе модели.

Достаточно удобно и корректно считать, что по мере удаления влаги из сырья или готового продукта их масса будет уменьшаться. Тогда это условие можно формализовать неравенством:

$$M_{\text{Э}} \geq M_{B1} \geq M_{B2}, \quad (2)$$

где $M_{\text{Э}}$ – масса экструдата на выходе из фильеры экструдера после «взрыва», кг.

M_{B1} – масса экструдата на выходе из первой вакуумной камеры, кг;

M_{B2} – масса экструдата на выходе из второй вакуумной камеры, кг.

К основным оценочным критериям, оказывающим влияние на факторы, обусловленные внутренней структурой и параметрами экструдера и вакуумных камер, относятся температура и давление. При этом для различных элементов модели эти параметры могут быть жестко связаны между собой – на выходе из экструдера; или относительно независимы – в вакуумных камерах экструдера. Следует особо отметить, что независимость между температурой экструдата и давлением в вакуумных камерах экструдера весьма условна, и в принципе при определенном условии эти параметры могут быть тесно взаимосвязаны. Этим условием является факт кипения жидкости, находящейся в экструдате, при соответствующем давлении в вакуумных камерах машины.

Приведенная выше информация накладывает для анализируемой модели следующее ограничение:

$$P_{B2} > P_{B1}, \quad (3)$$

где P_{B1} – пониженное давление воздуха в первой вакуумной камере (вакуум), кПа;

P_{B2} – пониженное давление воздуха во второй вакуумной камере (вакуум), кПа.

В связи с тем, что при атмосферном давлении вода кипит при температуре примерно 100°C, работоспособность первой вакуумной камеры экструдера обеспечивается незначительной степенью разрежения в ее объеме – 10–20%. Понижение давления воздуха (повышение вакуума) в этом случае диктуется главным образом необходимостью более интенсивного «снятия» влагосодержания экструдата за один цикл обработки сырья. Эксперименталь-

ными методами установлено, что при обработке экструдатов в камерах с пониженным давлением воздуха можно снизить содержание воды примерно в 2 раза по сравнению с первоначальным значением. При этом температура обрабатываемого сырья снижается на 20–30°C [3, 5].

Таким образом, для экструдеров с одной вакуумной камерой имеются ограничения, связанные с влажностью обрабатываемого сырья. Не менее важен и тот факт, что сырье с повышенным содержанием воды существенно ограничивает величину давления, создаваемого шнеком машины на выходе из ее внутреннего тракта.

В связи с этим логично предположить, что одним из возможных решений данной проблемы может быть применение в рабочем процессе экструдера второй вакуумной камеры. При этом с целью получения условий для интенсивного кипения жидкости в экструдате, следует обеспечить в данной ка-

мере достаточно высокий вакуум (низкое абсолютное давление) – примерно 60–70 кПа.

Выводы

В заключение можно сделать вывод о том, что полученные данные позволяют рекомендовать двухступенчатое воздействие на экструдат, осуществляемое с помощью двух последовательно установленных в экструдере вакуумных камер, с понижением давления в каждой из них по ходу перемещения обрабатываемого сырья.

На основании анализа предложенной схемы структурной модели модернизированной машины приведены сведения о составе основных элементов экструдера с двумя вакуумными камерами, а также обосновано численное значение рабочего давления в этих камерах.

Список литературы

- [1] Алонцева Е. Н. Структурное моделирование процессов и систем. /Е.Н. Алонцева, А.Н. Анохин, С.П. Саакян. Учебное пособие по курсу «CASE и CALS технология». Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2015. 72 с.
- [2] Инновации в пищевой экструзии /А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов и др. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 247 с.
- [3] Patent US 7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method. /Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – №09/937172; Pub. 21.02.2006.
- [4] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 В29С47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Р.В. Шабнов, А.А. Курочкин, В.А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 7с.
- [5] Пат. 189317 Российская Федерация СПК В29С 48/00. Экструдер с вакуумной камерой /заявители: П.К. Гарькина, В.М. Зимняков, А.А. Курочкин, О.Н. Кухарев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГАУ. № 2019105424; заявл. 26.02.2019; опубл. 22.05.2019, Бюл. № 19. 7с.
- [6] Пат. 192684 Российская Федерация СПК В29С 48/00. Экструдер с вакуумной камерой /заявители: А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, Д.И. Фролов, А.А. Блинохватов, М.А. Потапов; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. № 2019118768; заявл. 17.06.2019; опубл. 26.09.2019, Бюл. № 27. 7с.

References

- [1] Alontseva E. N. Structural modeling of processes and systems. / E.N. Alontseva, A.N. Anokhin, S.P. Sahakyan. Textbook for the course «CASE and CALS technology». Obninsk: IATE NRNU MEPhI. 2015. 72 p.
- [2] Innovations in food extrusion /A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, A.A. Blinohvatov et al. Penza: RIO PGAU. 2018. 247 p.
- [3] Patent US 7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method. / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen. No. 09/937172; Pub. 02.21.2006.
- [4] Pat. 2561934 Russian Federation IPC7 V29 C47/12. Vacuum chamber extruder / Applicants: G.V. Shaburova, P.K. Voronina, R.V. Shabnov, A.A. Kurochkin, V.A. Aurorov; applicant and patent holder FGOU VO Penza State Technical University. No. 2014125348; declared 06/23/2014; publ. 09/10/2015, Bull. No. 25. 7 p.
- [5] Pat. 189317 Russian Federation SEC B29C 48/00. Vacuum chamber extruder /Applicants: P.K. Garkina, V.M. Zimnyakov, A.A. Kurochkin, O.N. Kuharev; applicant and patent holder FGOU VO Penza GAU. No. 2019105424; declared 02/26/2019; publ. 05/22/2019, Bull. No. 19. 7 p.

- [6] Pat. 192684 Russian Federation SEC B29C 48/00. Vacuum chamber extruder /Applicants: A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, D.I. Frolov, A.A. Blinohvatov, M.A. Potapov; applicant and patent holder FGOU VO Penza State Technical University. No. 2019118768; declared 06/17/2019; publ. 09/26/2019, Bull. No. 27. 7 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>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</p>	<p>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</p>
<p>Потанов 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</p>	<p>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</p>

Математическое моделирование приводных механизмов картофелеуборочной машины

Матмуродов Ф.М.

Аннотация. В статье предложена оригинальная принципиальная схема картофелеуборочной машины, с многократным отделением примесей вороха из состава клубней картофеля. Проведено математическое моделирование приводных механизмов, разработанной картофелеуборочной машины. Математическая модель приводных механизмов картофелеуборочной машины позволяет найти параметры движения на соответствующих исполнительных механизмах. Эта модель поможет разработчикам картофелеуборочных машин определить необходимые параметры при разработке новой машины.

Ключевые слова: картофелеуборочная машина, отделительный механизм, приводной механизм, клубни картофеля, почвенная комка, камень.

Для цитирования: Матмуродов Ф.М. Математическое моделирование приводных механизмов картофелеуборочной машины // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 42–45.

Mathematical simulation of potato harvesting machine drive mechanisms

Matmurodov F.M.

Abstract. The article proposes an original schematic diagram of a potato harvester, with a multiple separation of the heap impurities from the composition of potato tubers. Mathematical modeling of the drive mechanisms developed by the potato harvester is carried out. The mathematical model of the driving mechanisms of the potato harvester allows you to find the motion parameters on the corresponding actuators. This model will help developers of potato harvesters determine the necessary parameters when developing a new machine.

Keywords: potato harvester, separation mechanism, drive mechanism, potato tubers, soil lump, stone.

For citation: Matmurodov F.M. Mathematical simulation of potato harvesting machine drive mechanisms. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 42–45. (In Russ.).

Введение

Улучшение механизации картофелеводства ставит задачи снижения и предупреждения повреждений клубней. С увеличением повреждений снижается качество клубней и растут их суммарные потери. Существенно снижает качество клубней каменистость поля и образование комьев земли, за счёт наносимых ими повреждений при уборке и послеуборочной доработке [1, 2]. Так, наличие 1 кг камней в массе клубней приводит к повреждению 50 кг последних. Кроме того, каменистость поля повышает износ техники и затраты при уборке и переработке. Посадка поврежденными клубнями может снизить урожайность картофеля на 30 % [3, 4].

Исследования, связанные с изысканием способа отделения камней и комков почвы из картофельного вороха, являются актуальными и

своевременными, а их выполнение имеет важное народнохозяйственное значение для агропромышленного комплекса. Для сохранения качества уборанного урожая требуется разработка отделителя камней и комков от картофельного вороха, простого по конструкции, доступного в денежном выражении и встраиваемого в серийные машины и линии для уборки и послеуборочной доработки картофеля. В материале рассмотрено совершенствование конструкции картофелеуборочной машины. На машины предлагается установить многоразовые отделительные механизмы.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – принципиальная схема разработанной картофелеуборочной машины с отделительными механизмами. Исследование

проводилось методом анализа и математического моделирования действия работы приводных механизмов.

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 приведена принципиальная схема разработанной оригинальной картофелеуборочной машины, осуществляющая многоазовое отделение вороховых примесей из состава клубней картофеля при уборке.

Разработанная мини картофелеуборочная машина работает следующим образом. Правый и левый опорные катки 3, 4 и колеса 5 удерживают машину, параллельно относительно горизонтальной плоскости. Машина работает на заранее подготовленном поле, с убранный ботвой картофеля. Диски выкапывают почву и масса - комки, гранулы почвы, камни и клубни картофеля идут по подъемному элеватор-сепараторному конвейеру 1. Первоначальная сепарация проходит на 1-м конвейере. На элеватор-сепараторе от массы отделяются мелкие комки и гранулы почвы, и падают на землю.

Первый отделительный процесс. Масса проходит через конвейером 7 и пневматический баллон 6 и в нем не повреждая клубней картофеля в какой то мере отделяются комки почвы. Далее при подъеме по элеватор-сепараторному конвейеру 2, измельченные комки и гранулы почвы падают на землю. На конце этого конвейера резиновые пальцы ботвоудалителя 12 удаляют корневую и стеблевую ботву от общей массы. Снятая ботвы скидывается позади машины.

Второй отделительный процесс. Перед продольным ковшовым транспортером 9 устанавливаются щеточные барабаны 12. Упругие щетки в нем

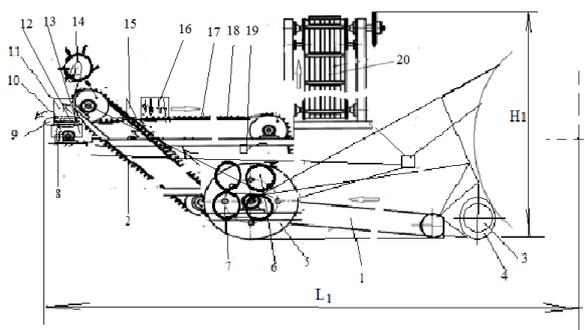


Рис. 1. Оригинальная принципиальная схема картофелеуборочной машины, с отделением примесей вороха: 1, 2 – подъемные элеватор-сепараторные конвейеры, 3 – диски выкапывающие, 4 – правый и левый опорные катки, 5 – колеса, 6 – пневматический баллон, 7 – конвейер, 8 – пневмонасос, 9 – ковшовый транспортер, 10 – элеватор-сепараторный конвейер, 11 – пневмоотделительная камера, 12 – щеточные барабаны, 13 – барабан с эластичным покрытием, 14 – лопатка, 15 – ботвоудалитель, 16 – дождевальная камера, 17 – вибрационно-механический элеватор-сепаратор, 18 – влагосдерживающая пленка, 19 – резиноармированная щетка, 20 – подъемный элеваторно-разделительный конвейер

выбивают мелкие камни и комки между барабанами. Далее картофельная масса над щеточными барабанами 12 движется и переходит на элеватор-сепараторный конвейер 10.

Третий отделительный процесс. Очередной отделительный процесс осуществляется в пневмоотделительной камере 11. В камеру масса входит с помощью элеватор-сепараторного конвейера 10. Пневмонасос 8 под давлением подает воздух во внутрь камеры и тяжелая часть массы падает вниз, а легкая часть массы занимает положение наверху. Обычно камни тяжелее, чем клубни картофеля и эти камни ковшовый транспортер 9 убирает в конец машины.

Четвертый отделительный процесс. Барабан с эластичным покрытием 13 устанавливается в конце элеватор-сепараторного конвейера 10. Этот барабан, используя имеющими разную массу картофель, комки и камни, кидает их на разную длину в площади элеватор-сепаратора 17. Лопатки 15 установленные над элеватор-сепаратором 17 убирают комки и камни в сторону.

Пятый отделительный процесс. Над вибрационно-механическим элеватор-сепаратором 17 установлена влагосдерживающая пленка 18 и закреплена дождевальная камера 17. Вода, скапливающаяся над массой клубней картофеля, и глина удаляется. Далее резиноармированная щетка 19 убирает глину. Наконец, подъемный элеваторно-разделительный конвейер 20 поднимает отделенной от комков почвы и камней, очищенной от грязи клубни картофеля в бункер тележки.

Математическое моделирование приводных механизмов картофелеуборочной машины

Уравнения, описывающие вращательно движущиеся механизмы (рис. 2). Для удобства понимания угловую скорость ω , заменим на значение угла φ .

Уравнения, описывающие вращательно движущиеся механизмы (рис. 2). Для удобства понимания угловую скорость ω , заменим на значение угла φ .

$$(J_d + J_{MS1}) \ddot{\varphi}_d + k_{d2} (\ddot{\varphi}_d - \ddot{\varphi}_{MS1}) + c_{d2} (\dot{\varphi}_d + \dot{\varphi}_{MS1}) = M_d - \frac{M_{MS1}}{i_2}$$

$$\varphi_d = \varphi_{MS1}$$

$$(J_{MS1} + J_{MS2}) \ddot{\varphi}_{MS2} + c_{MS1} (\dot{\varphi}_d + \dot{\varphi}_{MS2}) = -M_{MS2} \text{sign}(\dot{\varphi}_{MS2}) i_{MS2}$$

$$J_{\Gamma\Gamma} \ddot{\varphi}_{\Gamma\Gamma} + k_{34} (\dot{\varphi}_{MS2} - \dot{\varphi}_{\Gamma\Gamma}) + c_{\Gamma\Gamma} (\varphi_{MS2} + \varphi_{\Gamma\Gamma}) = -M_{\Gamma\Gamma} \text{sign}(\dot{\varphi}_{\Gamma\Gamma}) i_{\Gamma\Gamma}$$

$$J_s \ddot{\varphi}_s + k_s (1/8 \dot{\varphi}_{\Gamma\Gamma} - \dot{\varphi}_s) + c_s (1/8 \varphi_{\Gamma\Gamma} + \varphi_s) = -M_s \text{sign}(\dot{\varphi}_s) i_s$$

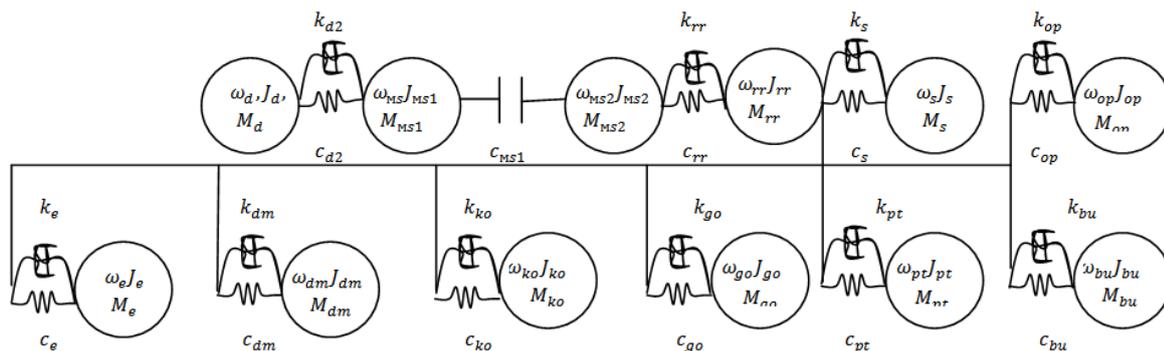


Рис. 2. Эквивалентная расчетная схема приводных механизмов разработанной картофелеуборочной машины

$$\begin{aligned}
 & J_{op} \ddot{\varphi}_{op} + k_{op} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{op}) + \\
 & + c_s (1/8 \dot{\varphi}_{rr} + \dot{\varphi}_{op}) = -M_{op} \text{sign}(\dot{\varphi}_{op}) i_{op} \\
 & J_e \ddot{\varphi}_e + k_e (1/8 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_e) + \\
 & + c_e (1/8 \dot{\varphi}_{rr} + \dot{\varphi}_e) = -M_e \text{sign}(\dot{\varphi}_e) i_e
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 & J_{dm} \ddot{\varphi}_{dm} + k_{dm} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{dm}) + \\
 & + c_{dm} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} + \dot{\varphi}_{dm}) = -M_{dm} \text{sign}(\dot{\varphi}_{dm}) i_{dm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & J_{ko} \ddot{\varphi}_{ko} + k_{ko} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{ko}) + \\
 & + c_{ko} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} + \dot{\varphi}_{ko}) = -M_{ko} \text{sign}(\dot{\varphi}_{ko}) i_{ko}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & J_{go} \ddot{\varphi}_{go} + k_{go} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{go}) + \\
 & + c_{go} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} + \dot{\varphi}_{go}) = -M_{go} \text{sign}(\dot{\varphi}_{go}) i_{go}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & J_{pt} \ddot{\varphi}_{pt} + k_s (1/8 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{pt}) + \\
 & + c_{pt} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} + \dot{\varphi}_{pt}) = -M_{pt} \text{sign}(\dot{\varphi}_{pt}) i_{pt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & J_{bu} \ddot{\varphi}_{bu} + k_{bu} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} - \dot{\varphi}_{bu}) + \\
 & + c_{bu} (1/8 \dot{\varphi}_{rr} + \dot{\varphi}_{bu}) = -M_{bu} \text{sign}(\dot{\varphi}_{bu}) i_{bu}
 \end{aligned}$$

где $J_d, J_{MS1}, \omega_d, \omega_{MS1}, M_d, M_{MS1}$ – момент инерции, угловые скорости и крутящие моменты двигателя и левой части муфта сцепления; $J_{MS2}, \omega_{MS2}, M_{MS2}$ – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент правой части муфта сцепления; $J_{rr}, \omega_{rr}, M_{rr}$ – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент раздаточного редуктора; J_s, ω_s, M_s – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент сепарирующего механизма; $J_{op}, \omega_{op}, M_{op}$ – момент инерции, угловая скорость и

крутящий момент пневматического отделителя; J_e, ω_e, M_e – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент элеваторного механизма; $J_{dm}, \omega_{dm}, M_{dm}$ – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент демферного отделителя; $J_{ko}, \omega_{ko}, M_{ko}$ – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент комбинированные очистительные механизмы; $J_{go}, \omega_{go}, M_{go}$ – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент гидравческого отделителя; $J_{pt}, \omega_{pt}, M_{pt}$ – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент подъемного транспортера; $J_{bu}, \omega_{bu}, M_{bu}$ – момент инерции, угловая скорость и крутящий момент ботвоудалител; k_i и c_i – коэффициент демпфирования и жесткости соответствующих приводных и отделительных механизмов. $1/8$ – значения, что на раздаточном редукторе движения делиться на восемь механизмов.

Выводы

Предлагаемая оригинальная принципиальная схема в достаточной мере отделяет примеси от вороха клубней картофеля. Многократное отделение и совершенствование сепараторно-элеваторных механизмов позволяет лучше отделить почвенные комки и камня от клубней картофеля.

Разработанная математическая модель (1) для приводных механизмов картофелеуборочной машины позволяет найти параметры движения на соответствующих исполнительных механизмах. Данная модель поможет разработчикам картофелеуборочных машин определить необходимые геометрические и динамические параметры при разработке новых машин.

Список литературы

- [1] Верещагин Н.И, Левшин А.Г, Скороходов А.Н. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве. 2003. 416 с.
- [2] Рейнгарт Э. С., Сорокин А. А., Пономарев а. Г. (ВИМ). Унифицированные картофелеуборочные машины нового поколения. Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 10.
- [3] Матмуродов Ф.М. Исследование много отделительными рабочими органами новый разработанной отечественной КУМ. Сборник научных трудов республиканской научно-практической конференции под названием “Основные факторы развития плодоводства и виноградарства в Узбекистане”. НИИ Садоводства, виноградарства и виноделия, 26 сентября 2019 г. С. 300–304.
- [4] Матмуродов Ф.М. Создание отечественной картофелеуборочной машины и его сравнительного анализа параметра с зарубежной машины. Сборник научных тезисов XXIV-Международной научно-практической конференций на тему: “Инновация-2019. ТГТУ, 26-27 октября 2019 г. С.171–172.

References

- [1] Vereshchagin N.I., Levshin A.G, Skorodov A.N. Organization and technology of mechanized works in crop production 2003, 416 p.
- [2] Reingart E. S., Sorokin A. A., Ponomarev a. G. (WIM). New generation unified potato harvesting machines. Tractors and Agricultural Machines Magazine, 2006, No. 10.
- [3] Matmurodov F. M. Research many finishing working bodies new developed domestic LPC. Collection of scientific works of the republican scientific and practical conference called «Main factors of fruit growing and viticulture development in Uzbekistan.» Research Institute of Horticulture, Viticulture and Winemaking, September 26, 2019 pp. 300–304.
- [4] Matmurodov F.M. Creation of a domestic potato harvesting machine and its comparative analysis of the parameter from a foreign machine. Collection of scientific theses of the XXIV-International Scientific and Practical Conferences on the theme «Innovation 2019. TGTU, October 26-27, 2019 pp. 171–172.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Матмуродов Фарход Маткурбонovich 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</p>	<p>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</p>
--	--

Использование растительного материала в качестве твердого биотоплива

Фролов Д.И., Родин М.Н.

Аннотация. В работе представлена оценка качества и удельной энергии твердого биотоплива из отобранных растительных материалов. В их производстве использовались пшеничная солома, ржаная солома, кукурузная солома, рапсовая солома и луговое сено. Растительные материалы измельчали с помощью стационарной дробилки с теоретической длиной резания 20 мм перед брикетированием и молотковой дробилки, снабженной ситом с отверстием диаметром 8 мм перед формованием в гранулы. Влажность уплотненного сырья определяли методом высушивания, а их теплотворную способность калориметром. Агломерация растительных материалов включала пресс для гранулирования с неподвижной односторонней плоской матрицей, приводимой в действие уплотняющими валками, и спиральный брикетный пресс с нагреваемой камерой уплотнения. Проведенные исследования охватывали измерения механической прочности и удельной энергии в агломерации применяемых растительных материалов. Полученные результаты испытаний качества и удельной энергии производства биотоплива были подвергнуты статистическому анализу.

Ключевые слова: биотопливо, сырье, механическая прочность, удельная энергия, переработка.

Для цитирования: Фролов Д.И., Родин М.Н. Использование растительного материала в качестве твердого биотоплива // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 46–51.

Use of plant material as solid biofuel

Frolov D.I., Rodin M.N.

Abstract. The paper presents an assessment of the quality and specific energy of solid biofuels from selected plant materials. They used wheat straw, rye straw, corn straw, rapeseed straw and meadow hay. Plant materials were crushed using a stationary crusher with a theoretical cutting length of 20 mm before briquetting and a hammer crusher equipped with a sieve with an opening with a diameter of 8 mm before molding into granules. The moisture content of the compacted raw materials was determined by drying, and their calorific value with a calorimeter. Agglomeration of plant materials included a granulation press with a fixed one-sided flat matrix driven by sealing rolls and a spiral briquette press with a heated compaction chamber. The studies covered measurements of mechanical strength and specific energy in the agglomeration of plant materials used. The results of tests of the quality and specific energy of biofuel production were subjected to statistical analysis.

Keywords: biofuels, raw materials, mechanical durability, specific energy, processing.

For citation: Frolov D.I., Rodin M.N. Use of plant material as solid biofuel. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 46–51. (In Russ.).

Введение

Вопросы охраны окружающей среды, связанные с эксплуатацией и истощением запасов ископаемого топлива и выбросами загрязняющих веществ, способствуют расширению использования возобновляемых источников энергии. В современной ситуации производства энергии из традиционных видов топлива все большее внимание уделяется

вопросам, связанным с охраной окружающей природной среды. Значительное сокращение выбросов веществ, считающихся вредными для окружающей среды, может быть достигнуто за счет использования биомассы в энергетических целях [1].

Благоприятным явлением, связанным с приобретением биомассы для энергетических целей, является ограничение выбросов двуокиси углерода. Поток CO_2 , выделяемый в процессе сжигания

биомассы, поглощается в процессе фотосинтеза и используется для выращивания растений в процессе вегетации. Это связано с уменьшением негативного воздействия на природную среду в результате использования ископаемых видов топлива (выброс вредных загрязнений, образование отходов, деградация почв и ландшафтов). Растительная биомасса постоянно регенерируется, и ее использование дает возможность увеличить доходы, например, сельского хозяйства и пищевой промышленности. Существует также возможность создания новых рабочих мест для людей, работающих в сфере производства биомассы и устройств для ее переработки, а также биотоплива для энергетики и теплоснабжения.

Растительная биомасса обладает большим энергетическим потенциалом. Она охватывает отходы сельскохозяйственного производства (например, солома, сено) и деревообрабатывающей промышленности (опилки, стружка). Большая группа в структуре биомассы состоит из сырья, полученного в результате однолетнего и многолетнего сельскохозяйственного выращивания, которое включает быстрорастущие деревья и кустарники (тополь, ива), многолетние растения и травы, а также другие растения. Из-за их низкой плотности и теплотворной способности (по отношению к единице объема), это сырье трудно распределить и использовать в необработанном виде. Для того чтобы повысить их полезность в энергетических целях, необходимо увеличить их плотность; это происходит за счет уплотнения под давлением измельченного сырья в процессе формования в гранулы или брикетирования.

Растительная биомасса, в частности солома зерновых и других пахотных растений в их первоначальном виде, занимает много места для транспортировки и хранения и имеет низкую теплотворную способность в единице объема. В этой ситуации она должна быть надлежащим образом обработана с целью повышения ее энергетической эффективности. Это влечет за собой агломерацию растительного сырья путем его брикетирования или формования в гранулы. Это увеличивает концентрацию массы и энергии в единице объема таких биотоплив и улучшает их распределение и использование.

В последние годы были изучены физические свойства различных культур и сельскохозяйственных материалов. Информация о физических свойствах растительной биомассы необходима для проектирования оборудования для сортировки, переработки и хранения. В последние несколько лет наблюдается значительный рост и развитие применения отходов биомассы для энергетических целей в виде твердого топлива. Одним из способов преобразования биомассы (в том числе растительной биомассы) в энергию является получение твердого топлива в виде гранул или брикетов путем агломерации под давлением.

Целью работы являлась оценка качества и

удельной энергии производства гранул и брикетов из отобранных растительных материалов.

Объекты и методы исследований

Для производства гранул и брикетов используется пшеничная солома, ржаная солома, кукурузная солома, рапсовая солома и луговое сено. Растительные материалы измельчали с помощью стационарной дробилки при теоретической длине резания 20 мм перед брикетированием. Затем их дополнительно измельчали молотковой дробилкой, снабженной решетом с отверстием диаметром 8 мм, перед формированием в гранулы. Относительную влажность растительных материалов определяли методом высушивания, а их теплотворную способность определяли калориметром. Для спекания растительных материалов применяли пресс-гранулятор с неподвижной односторонней плоской матрицей и приводными уплотнительными валками с электрическим двигателем мощностью 7,5 кВт и спиральный брикетный пресс с обогреваемой камерой уплотнения. Агломерирующая спираль брикетного пресса приводилась в действие двигателем мощностью 4,5 кВт, а камера прессования нагревалась электрическими нагревателями мощностью 3 кВт. Значение температуры полученных гранул измеряли с помощью пирометра.

Проведенные исследования охватывали измерения механической прочности и удельной энергии в агломерации применяемых растительных материалов.

Испытания, проведенные в пяти попытках, служили для определения механической прочности полученного твердого биотоплива для испытуемых растительных материалов в соответствии со следующим уравнением (1):

$$D = \frac{m_A}{m_E} \cdot 100\% \quad (1)$$

где D - механическая прочность (%),

m_A - масса агломератов после испытания на долговечность (г),

m_E - масса агломератов до испытания на долговечность (г).

Объем затрат энергии был установлен с использованием преобразователя мощности, времени и электроэнергии, подключенного к компьютеру. Этот преобразователь регистрирует потребление временной мощности и энергопотребление нейтральной передачи устройства и процесса уплотнения, а также продолжительность процесса уплотнения. Измерения удельной энергии проводились после достижения ожидаемой температуры в камере прессования брикетировочного пресса. Результаты потребления электроэнергии были пересчитаны

Таблица 1 – Физические свойства агломерированных растительных материалов

Вид растительного сырья	Влажность сухого состояния, %	Теплотворная способность сухого состояния, МДж/кг
Пшеничная солома	13,2	16,8
Ржаная солома	12,8	17,1
Кукурузная солома	14,1	17,5
Рапсовая солома	12,3	17,3
Луговое сено	13,5	16,6

Таблица 2 – Односторонний анализ дисперсионной таблицы механической прочности

Источник изменчивости	df	SS	MS	F	p
Растительный материал	3	588,8	196,3	10,63	0,000
Ошибка	20	369,2	18,5		

Таблица 3 – Односторонний анализ дисперсионной таблицы для удельной энергии

Источник изменчивости	df	SS	MS	F	p
Растительный материал	3	0,014	0,004	11,71	0,000
Ошибка	20	0,009	0,003		

Таблица 4 – Двусторонний анализ дисперсионной таблицы для механической прочности

Источник изменчивости	df	SS	MS	F	p
Растительный материал (РМ)	3	1803,7	602,5	56,78	0
Температура (Т)	2	7876,4	3937,7	371,7	0
РМ×Т	6	41,2	6,6	0,64	0,704
Ошибка	60	634,5	10,4		

Таблица 5 – Двусторонний анализ дисперсионной таблицы для удельной энергии

Источник изменчивости	df	SS	MS	F	p
Растительный материал (РМ)	3	0,168	0,056	69,01	0
Температура (Т)	2	0,082	0,041	50,1	0
РМ×Т	6	0,002	0,000	0,34	0,917
Ошибка	60	0,047	0,001		

в единицу массы произведенных пеллет или брикетов.

Полученные результаты испытаний на механическую прочность и удельную энергию производства твердого биотоплива были подвергнуты статистическому анализу с использованием программного обеспечения STATISTICA. Статистический анализ предполагал уровень значимости $\alpha = 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 показаны физические свойства агломерированных растительных материалов. Средняя влажность сухого сырья составляла от 12,3% для рапсовой соломы до 14,1% для кукурузной соломы. Между тем, средняя теплотворная способность была между 16,6 МДж/кг для лугового сена и 17,5 МДж/кг для кукурузной соломы. Температура получаемых гранул из использованного растительного сырья, после выхода из матрицы формования в грануляционную машину, составила в среднем $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Анализ отклонений показал, что используемые в испытаниях растительные материалы влияют на механическую прочность гранул (Таблица 2). Установлены статистически значимые различия в механической прочности гранул, изготовленных из пшеничной соломы, ржаной соломы и рапсовой соломы. При этом не было установлено статистически значимых различий между этими гранулами и гранулами, изготовленными из лугового сена (Рис. 1).

Наименьшая механическая прочность отмечена у пеллет из рапсовой соломы (82,3%), а наибольшая - у пеллет из лугового сена (92,6%).

Проведенный анализ дисперсий показал, что используемые в испытаниях растительные материалы также влияют на расход энергии, используемой в процессе формования в гранулы (табл.3). Установлены статистически значимые различия в удельной энергии гранул из пшеничной соломы, ржаной соломы и рапсовой соломы. При этом не было установлено статистически значимых различий между этими гранулами и гранулами, изготовленными из лугового сена (Рис.2).

Наименьшая удельная энергия отмечена в гранулах из рапсовой соломы (0,458 МДж/кг), а наибольшая в гранулах из лугового сена (0,528 МДж/кг). По отношению к удельной энергии гранул из рапсовой соломы удельный прирост энергии был выше примерно на 5% для гранул из пшеничной соломы и ржаной соломы и примерно на 15% для гранул из лугового сена.

Дисперсионный анализ показал, что как испытываемые растительные материалы, так и температуры, установленные в камере прессования брикетного пресса, оказывают существенное влияние на механическую прочность брикетов и расход энергии на их производство. Статистически

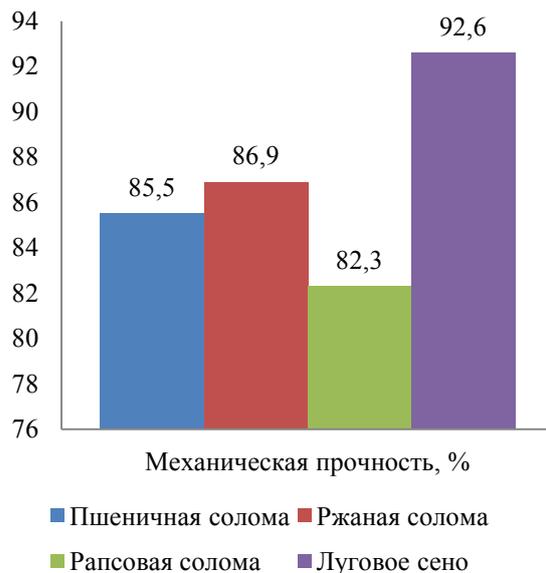


Рис. 1. Влияние вида растительных материалов на механическую прочность

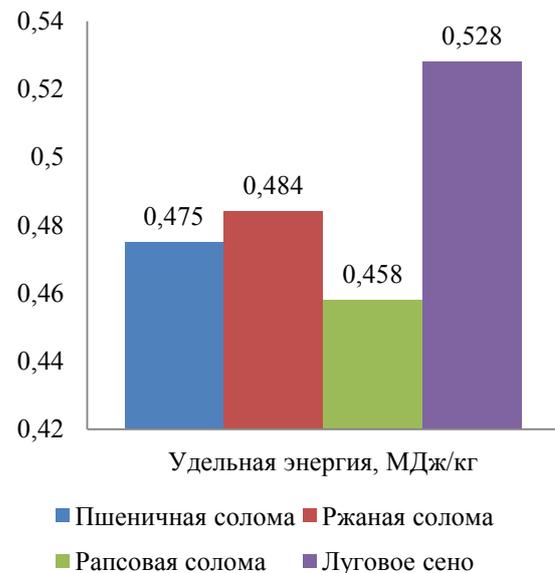


Рис. 2. Влияние вида растительного сырья на удельную энергию

значимые различия были отмечены как по механической прочности, так и по удельной энергии всех агломерированных растительных материалов (табл. 4 и 5).

На рисунке 3 представлены результаты измерения механической прочности брикетов в зависимости от температуры камеры прессования брикетного пресса и используемых растительных материалов. Повышение температуры в камере прессования сопровождалось ростом механической прочности брикетов. Наименьшую механическую прочность имели брикеты из рапсовой соломы, а наибольшую из кукурузной соломы. Повышение температуры от 200 до 250°C привело к повышению механической прочности брикетов в среднем на 24% для рапсовой соломы и на 29% для пшеничной соломы.

На рисунке 4 представлены результаты измерений электропотребления брикетов в зависимости от температуры камеры прессования брикетного пресса и растительных материалов, используемых в процессе брикетирования. Повышение температуры в камере прессования сопровождалось снижением потребления электрической энергии. Наименьшие значения удельной энергии были отмечены при производстве пшенично-соломенных брикетов (0,39-0,45 МДж/кг), тогда как наибольшие значения имели кукурузно-соломенные брикеты (0,50-0,59 МДж/кг). Повышение температуры в камере прессования брикетного пресса с 200 до 250°C привело к снижению расхода электроэнергии на 18-20% для всех выпускаемых брикетов.

Биомасса растительного происхождения имеет относительно высокую теплотворную способность и является ценным энергетическим материалом, который может быть преобразован в биотопливо. Качество получаемого твердого биотоплива и

энергозатраты на агломерацию растительной биомассы (формование в гранулы, брикетирование) зависят от ряда параметров технологического процесса (в том числе от уровня влажности сырья, температуры процесса, размера частиц материала, его химического состава), а также оборудования (типов агломерирующих элементов и устройств, их рабочих параметров, геометрии системы и др.).

Растительные материалы, подвергающиеся агломерации под давлением, должны иметь уровень влажности от 8% до 16%. Большая влажность материала отрицательно сказывается на технологическом процессе и качестве продукта. В основном это касается снижения плотности, прочности и теплотворной способности гранул и брикетов.

По мнению многих авторов, некоторые виды отходов в уплотненной смеси могут играть роль природного связующего и делать полученные гранулы более прочными, а также положительно влиять на энергоемкость процесса формования гранул [2, 3, 4].

На механическую прочность получаемых гранул и брикетов существенное влияние оказывают применяемое растительное сырье, типы устройств и параметры агломерации. Наименьшую механическую прочность показали гранулы из рапсовой соломы, а наибольшую гранулы из лугового сена. В свою очередь, наименьшую механическую прочность показали брикеты из рапсовой соломы, а наибольшую брикеты из кукурузной соломы. Результаты проведенных испытаний показывают, что повышение температуры процесса брикетирования сопровождается ростом механической прочности брикетов на 23-25%.

Многочисленные исследователи утверждают, что процессы формирования гранул и

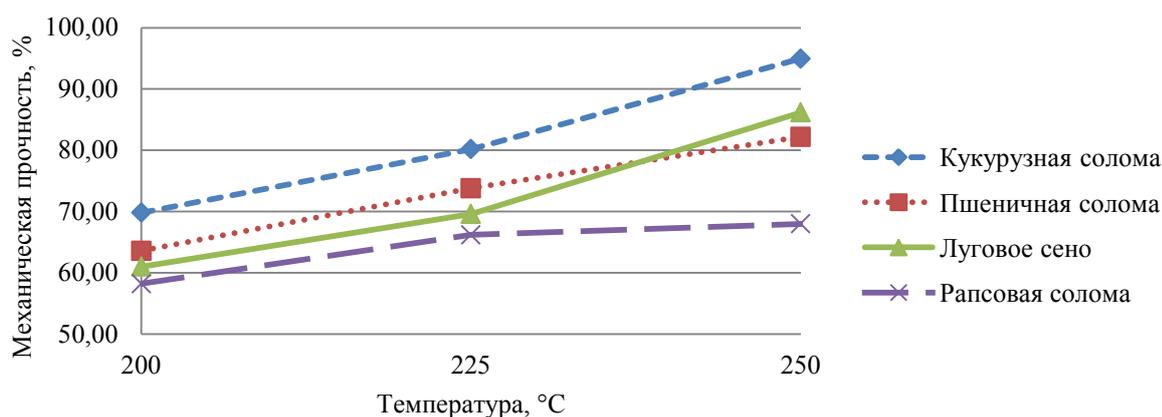


Рис. 3. Влияние температуры на механическую прочность

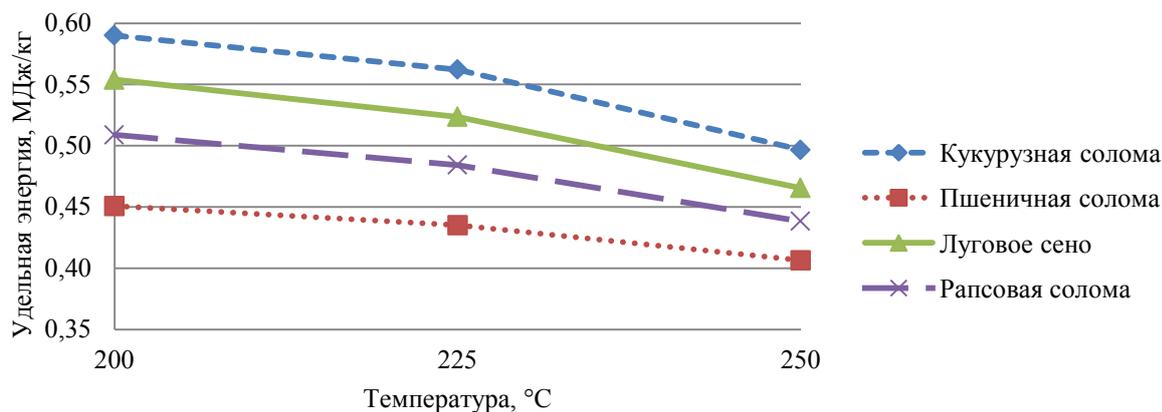


Рис. 4. Влияние температуры на удельную энергию

брикетирования потребляют большое количество энергии в производстве биотоплива [5, 6].

Выводы

Статистический анализ показал существенные отличия в механической прочности полученных гранул из растительных материалов. Самые низкие значения механической прочности были получены в случае гранул из рапсовой соломы (около 81%), а самые высокие для гранул из лугового сена (около 90%).

Дисперсионный анализ показал, что как используемые растительные материалы, так и температура в камере прессования брикетных прессов оказывают статистически значимое влияние на механическую прочность получаемых брикетов. Наименьшая механическая прочность отмечена

при прессовании брикетов из рапсовой соломы при температуре 200°C (около 57%), а наибольшая для брикетов из кукурузной соломы при температуре 250°C (около 94%).

Анализируя результаты исследования установлено, что удельная энергия процесса производства гранул зависит от вида агломерированного растительного сырья. Наименьшая удельная энергия была при формировании рапсовой соломы в гранулы (0,46 МДж/кг), а наибольшая при получении гранул из лугового сена (0,53 МДж/кг).

Удельная энергия производства брикетов зависела как от вида растительного сырья, так и от температуры в камере прессования брикетных прессов. Самые низкие значения удельной энергии отмечены для брикетов из пшеничной соломы (0,39–0,45 МДж/кг), а самые высокие для брикетов из кукурузной соломы (0,50–0,59 МДж/кг).

Список литературы

- [1] Wisz, J. and A. Matwiejew, 2005. Biomass – laboratory research in terms of suitability for energetic combustion. *Energetyka*, 9 (615): 631–636 (Pl).
- [2] Franke, M. and A. Rey, 2006. Pelleting quality. *World Grain*, 5: 78–79.
- [3] Hejft, R., 2011. Energy consumption of briquetting and pelletting process. *Czysta Energia*, 6 (118): 40–41 (Pl).
- [4] Судакова И.Г., Руденко Н.Б. Получение твердых биотоплив из растительных отходов (обзор) // Журнал Сибирского Федерального Университета. Серия: Химия. 2015. Т. 8. № 4. С. 499–513.

- [5] Zarajczyk, J., 2013. Technical and technology conditions of plant biomass pellets for energy purposes. Monografie i rozprawy. Inżynieria Rolnicza, 1 (142), T.2: pp. 81 (Pl).
- [6] Булаткин Г.А. Производство биотоплива второго поколения из растительного сырья // Вестник Российской Академии Наук. 2010. Т. 80. № 5–6. С. 522–527.

References

- [1] Wisz, J. and A. Matwiejew, 2005. Biomass – laboratory research in terms of suitability for energetic combustion. Energetyka, 9 (615): 631–636 (Pl).
- [2] Franke, M. and A. Rey, 2006. Pelleting quality. World Grain, 5: 78–79.
- [3] Hejft, R., 2011. Energy consumption of briquetting and pelleting process. Czysza Energia, 6 (118): 40–41 (Pl).
- [4] Sudakova I.G., Rudenko N.B. Poluchenie tverdykh biotopliv iz rastitel'nykh otkhodov (obzor), Zhurnal Sibirskogo Federal'nogo Universiteta. Seriya: Khimiya. 2015. Vol. 8. No. 4. pp. 499–513.
- [5] Zarajczyk, J., 2013. Technical and technology conditions of plant biomass pellets for energy purposes. Monografie i rozprawy. Inżynieria Rolnicza, 1 (142), Vol.2: pp. 81 (Pl).
- [6] Bulatkin G.A. Proizvodstvo biotopliva vtorogo pokoleniya iz rastitel'nogo syr'ya, Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk. 2010. Vol. 80. No. 5–6. pp. 522–527.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>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</p>	<p>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</p>
<p>Родин Максим Николаевич магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Rodin Maksim Nikolaevich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail: surr@bk.ru</p>

Регрессионная модель потребляемой мощности барабанного смесителя при приготовлении сухих концентрированных кормов

Фудин К.П.

Аннотация. В работе проведено экспериментальное исследование определения потребляемой мощности барабанного смесителя BR - 260, используемого для смешивания нескольких компонентов при производстве кормовых смесей в индивидуальных фермерских хозяйствах.

Ключевые слова: смесь, барабанный смеситель, привод, лопасть, мощность.

Для цитирования: Фудин К.П. Регрессионная модель потребляемой мощности барабанного смесителя при приготовлении сухих концентрированных кормов // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 52–55.

Regression model the power consumption of the rotary drum mixer in the preparation of dry concentrated fodder

Fudin K.P.

Abstract. The paper presents an experimental study of determining the power consumption of the drum mixer BR-260, used for mixing several components in the production of feed mixtures in individual farms.

Keywords: mix, drum mixer, drive, blade, power.

For citation: Fudin K.P. Regression model the power consumption of the rotary drum mixer in the preparation of dry concentrated fodder. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 52–55. (In Russ.).

Введение

Производство высококачественных комбикормов является одной из основных задач для повышения продуктивности животных. Из-за недостаточного количества и низкого качества комбикормов выдаваемых животным, их генетический потенциал реализуется всего на 40–60%. Высокая интенсивность физиологических и биохимических процессов требуют постоянного и стабильного поступления питательных и биологически активных веществ. Ни в одном виде корма нет полного набора таких веществ, поэтому применяются кормовые смеси, приготавливаемые из нескольких кормов. В перспективе около 54% производимого в стране фуражного зерна будет перерабатываться комбикормовой промышленностью, а оставшаяся часть – использоваться для производства кормовых смесей непосредственно в хозяйствах [1].

Существующие смесители не всегда качественно перемешивают компоненты. Процесс смесеприготовления весьма энергозатратен, а смесители сложны и дорогостоящие [1–4]. В связи с этим, потребность в смесителях с низкой стоимостью, способных при-

готавливать качественные смеси неизбежно растет. Производство кормосмесей в мелких (фермерских) хозяйствах можно реализовать, применяя смесители периодического действия барабанного типа. Они обладают конструктивной простотой и низкой энергоемкостью процесса. По цене приобретения, они являются наиболее привлекательными [5, 6].

Барабанные смесители обладают различной номенклатурой и имеют широкое распространение в строительстве [5]. При этом указанные устройства можно использовать и для приготовления комбикормов [6].

В работах [4, 6] изучены зависимости влияния конструктивных и режимных параметров смесителя на качество приготавливаемой комбикормовой смеси барабанным смесителем. Однако технологический процесс описывается еще и энергетическими показателями: потребляемой мощностью и удельными энергозатратами.

Целью работы является проведение экспериментального исследования для определения потребляемой мощности барабанного смесителя BR - 260 на приготовление концентрированной смеси.

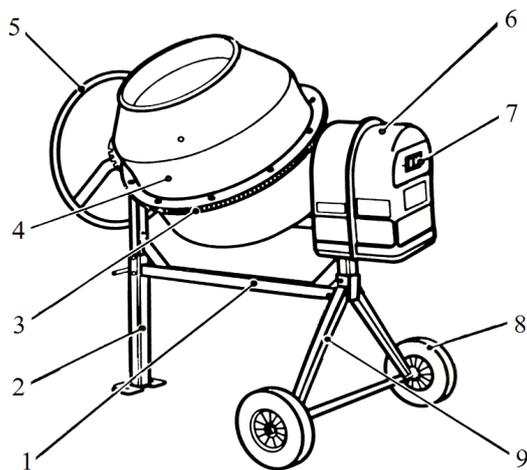


Рис. 1. Смеситель барабанного типа периодического действия

Объекты и методы исследований

Смеситель (рис.1) BR - 260 [6] состоит из барабана 4, установленного на опорах 2,9, электропривода 6, состоящего из двигателя и ременной передачи. Наклон барабана регулируется при помощи механизма 5 фиксации и опрокидывания барабана. На торце наружной поверхности рабочей емкости барабана 4 закреплен зубчатый венец 3. С его помощью передается вращение на барабан от электропривода 6. Внутри емкости болтовыми соединениями крепятся радиальные лопасти, закрепленные на стенках барабана. Лопасти углообразные элементы из плоских пластин.

Методика исследования барабанного смесителя на предмет использования для приготовления комбикормов в фермерских и личных хозяйствах соответствовала СТО АИСТ 19.2-2008 и предусматривала экспериментальное определение числовых значений затрачиваемой мощности на привод смесителя. В качестве контрольной смеси загружаемой

Таблица 1 – Результаты проведенных экспериментов

№	М, кг	α , рад.	Р, кВт	№	М, кг	α , рад.	Р, кВт
1	0	0,262	0,348	12	60	0,436	0,426
2	10	0,262	0,401	13	70	0,436	0,428
3	20	0,262	0,435	14	0	0,611	0,349
4	30	0,262	0,468	15	8	0,611	0,367
5	40	0,262	0,484	16	18	0,611	0,378
6	0	0,436	0,353	17	28	0,611	0,384
7	10	0,436	0,392	18	38	0,611	0,389
8	20	0,436	0,403	19	48	0,611	0,382
9	30	0,436	0,408	20	58	0,611	0,384
10	40	0,436	0,41	21	68	0,611	0,391
11	50	0,436	0,399	22	78	0,611	0,389

в смеситель использовалась зерновая дерть плотностью 620 кг/м^3 . Частота вращения мешалки соответствовала $29,5 \text{ мин}^{-1}$. Количество лопастей устанавливалось штатное – 2 шт. Угол наклона ёмкости смесителя соответствовал 15° , 25° и 35° .

При проведении эксперимента реализовывался план для 2 факторов (угол наклона барабана и масса загружаемой смеси). Обработка данных результатов исследования с целью получения регрессионных моделей осуществлялась компьютерной программой Statistica 5.5.

В процессе реализации плана эксперимента по определению потребляемой мощности смесителем определялись величины силы тока и напряжения у электродвигателя привода смесителя. По результатам произведения указанных величин рассчитана потребляемая мощность в каждом опыте.

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенных экспериментов представлены в таблице. Для анализа полученных результатов установлена парная корреляция факторов, участвующих в эксперименте (рис.2). С ростом массы корма в смесителе (М, кг) и уменьшением угла расположения оси вращения (α , рад.) наблюдается рост потребляемой мощности (Р, кВт). Влияние изменения угла расположения барабана на рассматриваемом интервале значений более значимо, чем изменение массы корма.

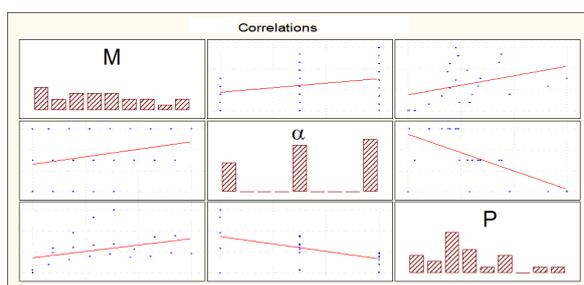


Рис.2. График парной корреляции факторов

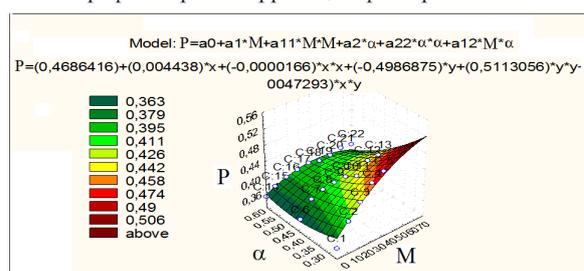


Рис. 3. Влияние массы приготавливаемой порции смеси М (кг) и угла наклона оси вращения барабана смесителя α (рад.) на величину потребляемой мощности Р (кВт)

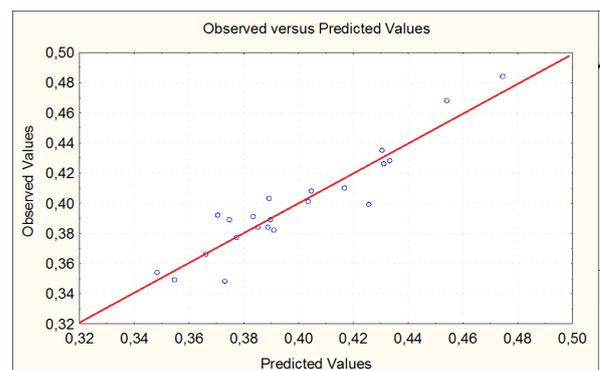


Рис. 4. График соответствия результатов расчетной модели исходным величинам

В результате статистической обработки результатов программой получено уравнение регрессии потребляемой мощности второго порядка (рис.3), кВт:

$$P = 0.4686 + 0.004438 \cdot M - 0.4987 \cdot \alpha + 0.5113 \cdot \alpha^2 - 0.00473 \cdot M \cdot \alpha. \quad (1)$$

Анализ графических результатов свидетельствует, что независимо от угла установки оси вращения барабана, при увеличении массы порции корма прирост мощности на вращение барабана снижается. Видимо на это сказывается рост степени заполнения емкости, когда материал размещается не только на сбегавшей стенке барабана, но и на набегавшей. В результате возникает определенное равновесие моментов (снижается доля разбалансировки) материала смеси относительно вертикальной оси, проходящей через ось симметрии барабана вдоль оси вращения.

Числовые значения критериев $F\text{-test}=0,882908$ и коэффициента корреляции Пирсона $R=0,94095$

свидетельствуют об адекватности модели с 88,3% доверительной вероятностью. Анализируя результаты сходимости полученных при обработке замеров силы тока и напряжения для определения величины потребляемой мощности с расчетными значениями регрессионной модели (рис.4), видим, что числовые значения расходятся не более 20 Вт. Это является приемлемой погрешностью.

Выводы

Проведённое экспериментальное исследование позволило установить регрессионное выражение второго порядка, описывающее потребляемую мощность барабанного смесителя BR - 260 на приготовлении концентрированной смеси плотностью 620 кг/м³. Увеличение массы порции смеси повышает потребление энергии. Увеличение наклона барабана снижает затраты мощности.

Список литературы

- [1] Коновалов В.В., Дмитриев Н.В., Чупшев А.В. Оптимизация параметров барабанного смесителя // Нива Поволжья. 2013. № 4 (29). С. 41.
- [2] Курочкин, А.А., Зимняков В.М. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств // Москва, 2006.
- [3] Коновалов, В.В., Дмитриев Н.В., Кшникаткин С.А., Чупшев А.В. Обоснование угла установки емкости и длительности перемешивания сухих смесей барабанным смесителем // Нива Поволжья. 2013. №1. С.46–51.
- [4] Мартынова Д.А. Повышение эффективности процесса производства экструдированных кормовых продуктов за счёт изменения конструктивных параметров шнека пресс-экструдера: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. 167 с.
- [5] Новиков В.В., Борисова М.В. Методологические основы и обоснование структурно-функциональной схемы зерновой смеси // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: сб. науч. трудов. Пенза, 2017. С. 82–85.
- [6] Петрова, С.С., Кшникаткин С.А., Дмитриев Н.В. К вопросу определения качества смеси у барабанного смесителя // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 3. С. 67–71.
- [7] Сыроватка В.И. Ресурсосбережение при производстве комбикормов в хозяйствах // Техника и оборудование для села. 2011. № 6. С. 22.

References

- [1] Konovalov V. V., Dmitriev N. In. Cupsaw A. V. optimization of the parameters of the rotary drum mixer // Niva Povolzhya. 2013. No. 4 (29). pp. 41–43.
- [2] Kurochkin, A. A., Zimnyakov V. M. Fundamentals of calculation and design of machines and apparatus of processing industries // Moscow, 2006.
- [3] Konovalov, V. V., Dmitriev N. V., Kshnikatkin S. A., Chupshev A.V. Substantiation of the angle of capacity setting and duration of mixing of dry mixtures with a drum mixer // Niva of the Volga region. 2013. No. 1. pp. 46–51.
- [4] Martynova D. A. Improving the efficiency of the production process of extruded feed products by changing the design parameters of the screw extruder: dis. ... Cand. tech. date: 05.20.01. Orenburg: Orenburg state University, 2017. 167 pp.
- [5] Novikov V. V., Borisova M. V. Methodological foundations and justification of the structural-functional scheme of the cereal mixture // Operation of tractor and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects: collection of scientific works. labours'. Penza, 2017. pp. 82–85.
- [6] Petrova, S. S., Kshnikatkin S. A., Dmitriev N. V. On the question of determining the quality of the mixture in the drum mixer. Izvestiya Samara state agricultural Academy. 2012. No. 3. pp. 67–71.

- [7] Syrovatka V. I. resource Saving in the production of feed in farms // Machinery and equipment for the village. 2011. No. 6. pp. 22–25.

Сведения об авторах**Information about the authors**

Фудин Константин Павлович старший преподаватель кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 389-25-55 E-mail: kpfudin@yandex.ru	Fudin Konstantin Pavlovich senior lecturer of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 389-25-55 E-mail: kpfudin@yandex.ru
---	--

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 637.07

Проблемы и перспективы производства свинины в России

Зимняков В.М.

Аннотация. Отмечено значение отрасли свиноводства, которая является одной из важнейших и стратегически значимых отраслей животноводства для обеспечения продовольственной безопасности России. Представлена динамика производства свинины в России по категориям хозяйств в убойном весе в 2014-2018 годах. Отмечено, что в 2018 г. на шесть крупнейших производителей свинины пришлось 37% всего производства в России. Лидером рынка продолжает быть «Мираторг» с долей 10%. В 2018 г. производство свинины в сельскохозяйственных организациях выросло на 8% – до 3,1 млн. тонн. За последние пять лет производство свинины в России выросло на 24% – с 3,0 млн. до 3,7 млн. тонн, чему значительно способствовала государственная поддержка в области импортозамещения. В последние 10 лет на рынке свинины в РФ наблюдается динамичный рост производства. В 2018 году положительная динамика сохранилась, прирост производства в СХО существенно превысил значения 2017 года и достигнет 8,5%. Уровень цен на свинину был достаточно низким в 2017 году, а минимальные цены сформировались на рубеже 2018 года.

Ключевые слова: анализ, свинина, свиноводство, отрасль, производство, потребление, рынок, экспорт.

Для цитирования: Зимняков В.М. Проблемы и перспективы производства свинины в России // Инновационная техника и технология. 2019. № 4 (21). С. 56–61.

Problems and prospects of pork production in Russia

Zimnyakov V.M.

Abstract. The importance of the pig industry, which is one of the most important and strategically important branches of animal husbandry to ensure food security in Russia, was noted. The dynamics of pork production in Russia by categories of farms in slaughter weight in 2014-2018 is presented. It is noted that in 2018, the six largest pork producers accounted for 37% of total production in Russia. Miratorg continues to be the market leader with a 10% share. In 2018, pork production in agricultural organizations increased by 8% to 3.1 million tons. Over the past five years, pork production in Russia increased by 24% – from 3.0 million to 3.7 million tons, which was significantly facilitated by state support in the field of import substitution. In the last 10 years, the pork market in Russia has seen a dynamic growth in production. In 2018, the positive dynamics remained, the increase in production in the SHO significantly exceeded the values of 2017 and will reach 8.5%. The level of pork prices was quite low in 2017, and the minimum prices were formed at the turn of 2018.

Keywords: analysis, pork, pig breeding, industry, production, consumption, market, export.

For citation: Zimnyakov V.M. Problems and prospects of pork production in Russia. Innovative Machinery and Technology. 2019. No.4 (21). pp. 56–61. (In Russ.).

Введение

Продукты из свинины имеют высокую пищевую ценность, хороший вкус и пользуются широким потребительским спросом.

Свиноводство относится к числу сравнительно успешно развивающихся отраслей мясного подкомплекса. Свиноводство является одной из важнейших и стратегически значимых подотраслей животноводства для обеспечения продовольственной безопасности России и ее регионов, поскольку особая роль мяса и мясных продуктов определяется их значимостью как основного источника белков животного происхождения в рациональном питании человека. Увеличение производства свинины является важнейшей задачей в обеспечении населения России мясом и мясными продуктами, поскольку на долю свинины в мясном балансе страны приходится около одной трети. Как одна из скороспелых отраслей животноводства свиноводство может быть высокоэффективным и мобильным. В настоящее время отечественное свиноводство развивается высокими темпами, в том числе благодаря принятым мерам по адаптации российского АПК, в частности свиноводства, и разработанной стратегии развития мясного животноводства в России на период до 2020 г. (приказ Минсельхоза РФ от 10 августа 2011 г. № 267) [1, 2, 3, 5].

Цель работы состоит в изучении современного состояния производства свинины и прогнозирования его развития на ближайшие годы.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются предприятия по производству свинины. Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований: диалектического, статистического, типологического, индуктивного и дедуктивного анализа, экономико-математического моделирования, социологического опроса, экспертных оценок, монографического обследования. В процессе обработки исходной информации и других привлеченных аналитических материалов применялись анализ и синтез, логический, корреляционный и статистический анализ и др. Методика исследований включала изучение концептуальных подходов в развитии производства мяса свинины. Методикой исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные общностью системного подхода к проблемам производства свинины [4].

Результаты и их обсуждение

В настоящее время отмечается рост объемов производства свинины в сельскохозяйственных предприятиях (СХП) и его значительное сокращение в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ). Рост

производства связан с высоким уровнем государственной поддержки крупнейших СХП, модернизацией существующих и строительством новых свинопунктов. В свою очередь, снижение производства свинины в ЛПХ обусловлено сокращением поголовья в связи с высоким риском развития эпизоотических заболеваний, в т. ч. африканской чумы свиней (АЧС). За последние 15 лет наблюдается почти двукратное увеличение потребления мяса на душу населения. Причем доля свинины в общем потреблении мяса неизменно составляет 32-36%, а потребление говядины упало примерно в 2 раза за счет активного замещения ее более дешевым мясом птицы. Несмотря на вытеснение крупными свинопунктами личных подсобных хозяйств с рынка производства свинины, частный сектор имеет значительную роль в развитии сельских территорий.

В 2018 г. в России было произведено 3,7 млн. тонн свинины в убойном весе, что на 5% превышает показатель предыдущего года.

В 2018 г. производство свинины в сельскохозяйственных организациях выросло на 8% – до 3,1 млн. тонн. Основной вклад в этот рост традиционно вносят шесть крупнейших компаний отрасли. По итогам 2018 г. их доля составила 37% от общего объема промышленного производства свинины, что эквивалентно 1,4 млн. тонн (+0,1 млн. тонн по сравнению с 2017 г.). При этом показатели крестьянских (фермерских) (КФХ) и личных подсобных хозяйств (ЛПХ) неуклонно падают. Суммарная доля данной категории в производстве свинины сократилась с 2014 г. с 25 до 15% ввиду низкой конкурентоспособности. В 2018 г. крестьянские (фермерские) (КФХ) и личные подсобные хозяйства (ЛПХ) произвели на 11% меньше предыдущего года. За последние пять лет производство свинины в России выросло на 24% – с 3,0 млн. до 3,7 млн. тонн, чему значительно способствовала государственная поддержка в области импортозамещения. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики (Росстата) по итогам 2018 г. потребление свинины в России выросло на 2% – до 3,8 млн. тонн в год, что составляет 26,6 кг свинины на человека. Причиной роста стало падение производства птицы и, как следствие, переход части переработчиков на свинину (Рис. 1).

Современное свиноводство это высокоразвитая отрасль животноводства с огромным производственным потенциалом. На основании научных достижений в области свиноводства во многих странах мира были усовершенствованы существующие и созданы новые высокопродуктивные породы свиней, разработаны эффективные технологии производства свинины в условиях поточного производства на крупных промышленных комплексах и в мелких фермерских хозяйствах. Большие достижения были получены в области разведения, кормления и содержания свиней, что позволило значительно повысить продуктивность животных.

В 2018 г. на шесть крупнейших производителей

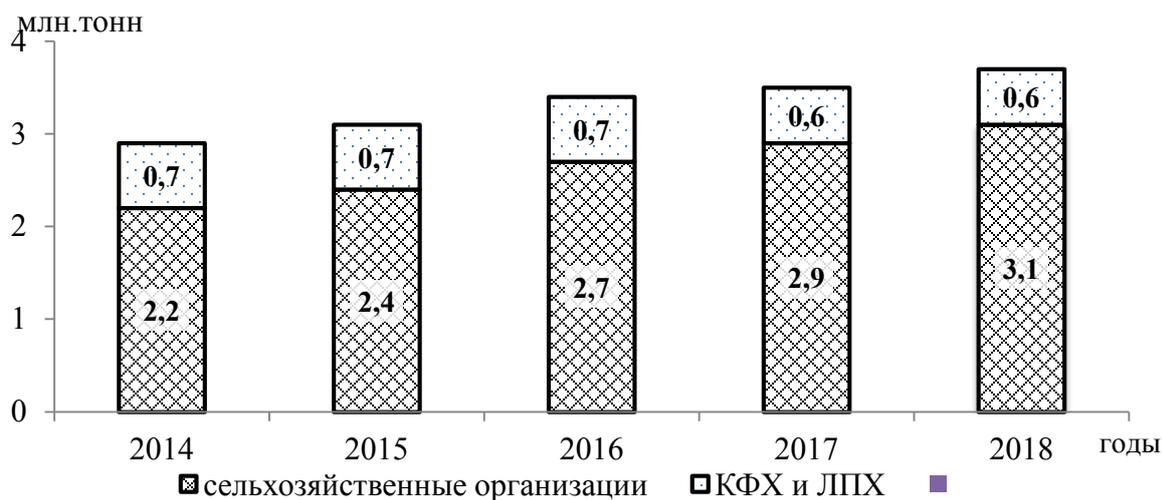
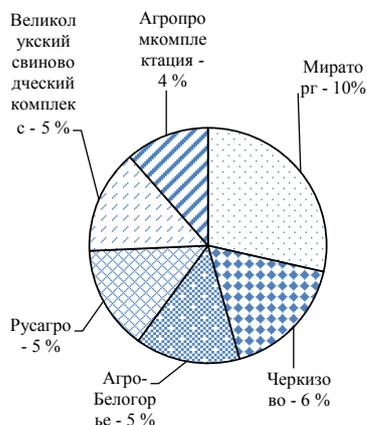


Рис. 1. Производство свинины в России по категориям хозяйств в убойном весе в 2014-2018 годах, млн. тонн

лей свинины пришлось 37% всего производства в России. Лидером рынка продолжает быть «Мираторг» с долей 10%. В результате реализации проектов по расширению мощностей увеличилась доля четырех игроков. Доля «Русагро» в 2018 г. осталась на прежнем уровне – 5%, но уже в 2019 г. после ввода новых мощностей может увеличиться до 8%. В результате Компания снова может стать третьим крупнейшим производителем свинины в России (Рис. 2).

В 2018 г. экспорт свинины в убойном весе из России продолжил увеличиваться и достиг 102 тыс. тонн, что на 16% выше результатов 2017 г. В Гонконг, Украину, Вьетнам и Беларусь был экспортирован 91% всего объема. В условиях непрерывного роста внутреннего производства импорт свинины в Россию в 2018 г. снизился до 2% от общего потребления. При этом после роста импорта в 2017 г. до 300 тыс. тонн в 2018 г. он упал до рекордного минимума последних пяти лет – до 98 тыс. тонн (Рис. 3).

В 2018 г. среднерыночная цена на живых свиной выросла на 4% и составила 96,4 руб./кг без НДС. В первом квартале 2018 г. цены на свинину и птицу были на низком уровне. Снижение цен началось уже в октябре 2017 г. в связи с ростом предло-



Источник: Национальный союз свиноводства

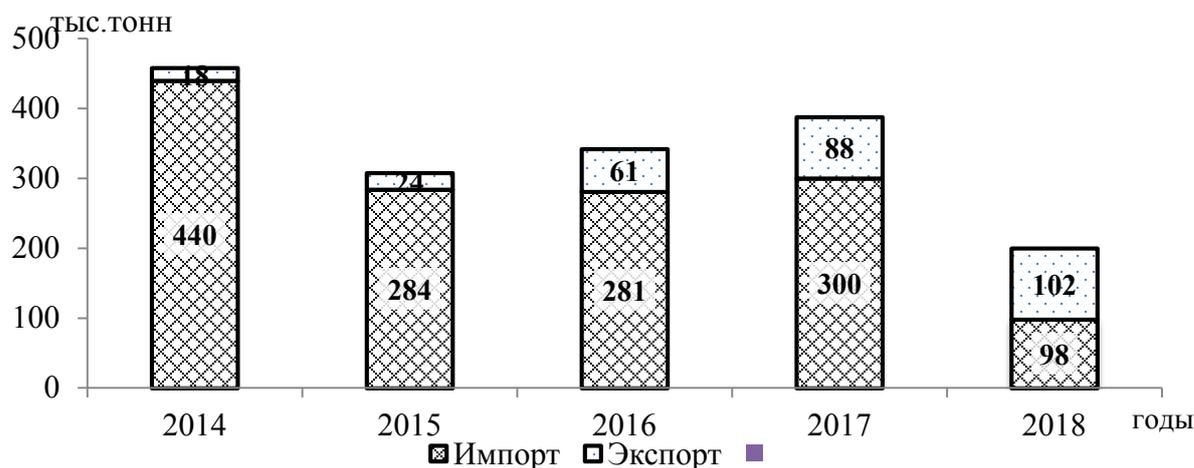
Рис. 2. Крупнейшие производители свинины в России в 2018 году, %

жения при ограниченном спросе. В январе – марте 2018 г. цена на живых свиной упала на 14% по сравнению с аналогичным периодом 2017 г. – до 78,6 руб./кг без НДС.

В 2019 г. тенденция сокращения производства в ЛПХ и КФХ продолжится. Тем временем крупные производители продолжают вводить новые мощности реализуемых проектов по выращиванию свиной. В результате объем производства свинины в 2019 г. может вырасти на 5% – до 3,9 млн. тонн. Ценовая конъюнктура останется благоприятной – ожидается последовательное увеличение спроса на 3%, рост экспорта на 18% и сохранение высоких мировых цен. Однако отсутствие доступа на ключевые экспортные рынки может привести к сокращению рыночных цен на живых свиной.

Минсельхоз ожидает рост производства свинины в 2019 году. По оценке Министерства сельского хозяйства РФ, в этом году также предполагается сохранение положительной динамики по производству свиной. Прогнозируется, что различными категориями хозяйств будет заготовлено примерно 5 миллионов тонн свиной в живом весе, что окажется на 4% больше по сравнению с 2018 годом. Поэтому ожидается, что стоимость свиного мяса в текущем году будет стабильной, а ее изменение не превысит инфляции. Так, по данным Минсельхоза, на 31 января 2019 года средневзвешенная цена сельхозпроизводителей на свиной была 99,23 тысячи рублей на одну тонну в живом весе (без учета НДС), т.е. на 9,1% меньше, если сравнивать с концом декабря 2018 года. В прошлом и позапрошлом годах в отрасли были реализованы инвестпроекты с участием государства. Благодаря им все потребности российских граждан в свином мясе окажутся обеспеченными до 2022 года включительно, даже если учитывать возможной рост экспорта свиной.

Эффективность производства свиной зависит от многих факторов, основными из которых, несомненно, являются цены на корма и мясо. Важное значение имеет уменьшение себестоимости единицы продукции за счет снижения затрат, увеличения



Источник: ФТС России

Рис. 3. Экспорт и импорт свинины в убойном весе в 2014-2018 годах, тыс. тонн

продуктивности и улучшения условий содержания и кормления животных. В связи с этим нужно четко планировать производственный процесс и контролировать отклонения от заданной технологии, а при необходимости вводить нужные корректировки. Основными направлениями для развития свиноводческих предприятий являются увеличение объемов производства продукции и повышение ее качества. Это особенно актуально в настоящее время, когда рынок свинины практически насыщен и потребитель все большее внимание уделяет качеству продукции. Поэтому для создания эффективного производства нужно правильно понимать принципы функционирования предприятий по производству свинины [8].

В последние 10 лет на рынке свинины в РФ наблюдается динамичный рост производства. В 2018 году положительная динамика сохранилась, прирост производства в СХО существенно превысил значения 2017 года и достигнет 8,5 %. Уровень цен на свинину был достаточно низким в 2017 году, а минимальные цены сформировались на рубеже 2018 года. Летом 2018 года на многих комплексах из-за жаркой погоды наблюдался низкий вес животных, отмечались вспышки АЧС, вводились карантинные меры, что способствовало формированию рекордно высоких цен на свинину. Максимальная цена на полутуши 2 категории в августе приблизилась к 200 руб. за кг. Постепенное насыщение рынка к концу года привело к снижению цен на полутуши до 150 руб. за кг.

Появление на рынке дополнительных объемов мяса будет сдерживать рост цен, в 2019 году таких рекордных значений, как в уходящем году не ожидается. Все изменения на рынке в 2018 году происходили при отсутствии импортных поставок из Бразилии. В конце 2018 года отменен запрет на ввоз мяса, дополнительные объемы которого так же будут влиять на уровень насыщения рынка.

Оптовые цены на свинину в 2018 году так же превысили все ранее наблюдаемые максимальные значения. Цены на окорок и лопатку превышали

260 руб. за кг, а шеи - 320 руб. за кг. Период высоких цен сопровождался сезонным повышенным спросом, что способствовало их стабилизации на высоком уровне. В конце 2018 года цены на кусковую свинину, также как стоимость полутуш значительно снизилась.

Как отмечает руководитель группы по обслуживанию предприятий сельского хозяйства Deloitte в России Ринат Хасанов, из-за снижения цен на зерновые в прошлом сезоне и длительного производственного цикла снизилась себестоимость продукции свиноводства, а цены на свинину в 2018 году в среднем превышали прошлогодний уровень. По оценкам «Совэкона», в прошлом сезоне пшеница и ячмень в центре России в среднем стоили на 17% и 16% дешевле соответственно, чем сезоном ранее. Средняя цена свинины в третьем квартале 2018 года достигла 110,98 рублей за килограмм, что на 17% выше аналогичного периода прошлого года, сообщила группа «Черкизово», что на конъюнктуре сказались и тяжелая эпизоотическая ситуация (вспышки африканской чумы свиней и птичьего гриппа), а также рост спроса на фоне теплой погоды летом и чемпионата мира по футболу в 2018 году. Валовая прибыль «Черкизово» в сегменте в январе-сентябре 2018 года удвоилась до 10,1 млрд. рублей относительно девяти месяцев 2017 года, что было связано с высокими рыночными ценами. Еще один крупный производитель свинины группа «Руссагро» отчиталась о росте валовой прибыли в мясном дивизионе в январе-сентябре 2018 года на 35%, до 4,6 млрд рублей.

Средние оптовые цены на свинину в 2018 году всего на 2–3% выше прошлогодних. Как следует из индекса «Прозерно», фуражная пшеница на середину декабря 2018 года стоила около 11,4 тыс. рублей за тонну, что почти в два раза дороже, чем годом ранее. Фуражный ячмень также торгуется на уровне 12,5 тыс. рублей против 6,6 тысяч за тонну годом ранее.

Программа импортозамещения 2016 года, могла в наращивании объемов производства мяса.

Если раньше больше 70% производства приходилось на КФХ, то на данный момент промышленное свиноводство занимает около 80% на рынке. По данным Минсельхоза России, потребление свинины в 2017 году составило 24,2 кг на человека (при норме в 18 кг). Во многом росту объемов способствует «Государственная программа по развитию мясного животноводства в России», принятая до 2020 года. Она направлена на модернизацию, повышение качественных показателей, стимулирование роста и конкурентоспособности отечественного мяса.

По прогнозам Национальной мясной ассоциации, производство свинины в 2018 году вырастет на 4-5%. Произойдет снижение импортных поставок, увеличатся объемы экспорта. Из-за высокого уровня обеспеченности продукцией, стоимость свинины снизится на 20%, возрастет спрос и интерес инвесторов к проектам отрасли. Падение цен происходит с 2016 года, меняя инвестиционные условия: стоимость проектов выросла на 70%: к примеру, если 7-8 лет назад свиноккомплекс на 1,5 тыс. свиноматок стоил 1,5 млрд. рублей, то сейчас его цена выросла до 2,5 млрд. рублей. Окупаемость в 7-8 лет практически нереальна, поэтому крайне важно решать вопросы внутренней эффективности отрасли: селекционно-генетические, реконструкционные, проблемы экспорта.

В течение следующих трех лет будет закончено введение крупных свиноводческих объектов, благодаря чему промышленность будет производить дополнительно около 600 тыс. тонн в убойном весе. Это должно определить стратегию, ориентированную на экспорт. Потребление животного белка в странах Азии увеличится на 40%, в сочетании с отсутствием ресурсов для его производства, что станет прекрасной возможностью для отечественных свиноводов выйти на международный рынок. Для удержания позиций необходимо проводить мероприятия по повышению конкурентоспособности. Модернизация старых комплексов, использование современных технологий будет влиять на повышение качества продукта и успешное взаимодействие с потребителем.

По прогнозам Национальной мясной ассоциации, производство свинины в 2018 году вырастет на 4-5%. Произойдет снижение импортных поставок, увеличатся объемы экспорта. Из-за высокого уровня обеспеченности продукцией, стоимость свинины снизится на 20%, возрастет спрос и интерес инвесторов к проектам отрасли. Падение цен происходит с 2016 года, меняя инвестиционные условия: стоимость проектов выросла на 70%: к примеру, если 7-8 лет назад свиноккомплекс на 1,5 тыс. свиноматок стоил 1,5 млрд. рублей, то сейчас его цена выросла до 2,5 млрд. рублей. Окупаемость в 7-8 лет практически нереальна, поэтому крайне важно решать вопросы внутренней эффективности отрасли: селекционно-генетические, реконструкционные, проблемы экспорта [3,6,7].

В течение следующих трех лет будет закончено введение крупных свиноводческих объектов, благодаря чему промышленность будет производить дополнительно около 600 тыс. тонн в убойном весе. Это должно определить стратегию, ориентированную на экспорт. Потребление животного белка в странах Азии увеличится на 40%, в сочетании с отсутствием ресурсов для его производства, что станет прекрасной возможностью для отечественных свиноводов выйти на международный рынок. Для удержания позиций необходимо проводить мероприятия по повышению конкурентоспособности. Модернизация старых комплексов, использование современных технологий будет влиять на повышение качества продукта и успешное взаимодействие с потребителем.

2020 год, по оценкам экспертов, будет очень сложным для свиноводства, возобновление импорта из Бразилии и рост внутреннего производства приведут к увеличению предложения свинины примерно на 5%, что отрицательно скажется на оптовых ценах на продукцию, а растущая стоимость зерна будет давить на рентабельность бизнеса. Основные риски связаны с предполагаемым ростом предложения, в основном за счет увеличения отечественного производства, средняя цена на свинину в следующем году окажется как минимум вблизи значений текущего года.

Выводы

1. В 2018 г. в России было произведено 3,7 млн. тонн свинины в убойном весе, что на 5% превышает показатель предыдущего года. Производство свинины в сельскохозяйственных организациях выросло на 8% – до 3,1 млн. тонн. Основной вклад в этот рост традиционно вносят шесть крупнейших компаний отрасли. По итогам 2018 г. их доля составила 37% от общего объема промышленного производства свинины

2. Оптовые цены на свинину в 2018 году превысили все ранее наблюдаемые максимальные значения. Цены на окорок и лопатку превышали 260 руб. за кг, а шеи – 320 руб. за кг. Период высоких цен сопровождался сезонным повышенным спросом, что способствовало их стабилизации на высоком уровне.

3. Эффективность производства свинины зависит от многих факторов, основными из которых, несомненно, являются цены на корма и мясо. Важное значение имеет уменьшение себестоимости единицы продукции за счет снижения затрат, увеличения продуктивности и улучшения условий содержания и кормления животных. Дальнейшие инвестиции в отрасль свиноводства необходимо направлять на вопросы реконструкции, модернизации, убоя, глубокой разделки, логистики, селекционно-генетической, кормовой базы и развития экспорта.

Список литературы

- [1] Анищенко А.Н. Актуальные проблемы и перспективы развития подотрасли свиноводства / А.Н. Анищенко // Проблемы развития территории. 2017. вып. 4 (90). С. 146–160.
- [2] Дунин И.М. Состояние племенной и товарной базы свиноводства в Российской Федерации. Итоги 2017 года. / И.М. Дунин // Свиноводство. 2018. № 5. С. 4–7.
- [3] Зимняков В.М. Состояние и перспективы производства свинины в России / В.М. Зимняков, А.А. Курочкин, Е.Н. Варламова // Нива Поволжья. 2019. № 1 (50). С. 87–93.
- [4] Зимняков, В.М. Производства свинины в России / В.М. Зимняков // Вестник ВНИИМЖ. № 2(22). 2019. С. 126–133.
- [5] Михайлова О.А. Тенденции развития мирового свиноводства / О.А. Михайлова // Вестник аграрной науки. 2018. № 1 (70). С. 36–45.
- [6] Морозов Н.М. Передовые технологии в свиноводстве России /Н.М. Морозов, Л.М. Цой, А.Н. Рассказов // Вестник ВИЭСХ. 2018.–№ 2 (31). С. 19–28.
- [7] Скопинцева Евгения. Российский рынок мяса близок к насыщению / Е. Скопинцева // Экономика и жизнь. 2018. № 08 (9724). С. 24–28.
- [8] Трифанов А.В. Принципы функционирования предприятия по производству свинины / А.В. Трифанов, В.В. Калюга, В.И. Базыкин // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 4. С. 22–27.

References

- [1] Anishchenko A.N. Actual problems and prospects of development of pig breeding sub-sector [Actual problems and prospects of development of pig breeding sub-sector]. Problems of territory development, 2017, no. 4 (90), pp. 146–160.
- [2] Dunin I.M. The state of breeding and commodity base of pig breeding in the Russian Federation. The end of 2017 [The state of breeding and commodity base of pig breeding in the Russian Federation. The end of 2017]. Pig Breeding, 2018, no. 5, pp. 4–7.
- [3] Zimnyakov V.M. State and prospects of pork production in Russia [State and prospects of pork production in Russia] Niva of the Volga region, 2019, no. 1 (50), pp. 87–93.
- [4] Zimnyakov V. M. pork Production in Russia [Pork production in Russia]. Bulletin of VNIIMI, 2019, no. 2 (22), pp. 126–133.
- [5] Mikhailova O.A. Trends in the development of world pig breeding [Trends in the development of world pig production]. Bulletin of agrarian science, 2018, no. 1 (70), pp. 36–45.
- [6] Morozov N.M. Advanced technologies in pig production Russia [Advanced technologies in pig breeding in Russia]. Bulletin of viesh, 2018, no. 2 (31), pp. 19–28.
- [7] Skopintseva, Evgenia. Russian meat market is close to saturation [The Russian meat market is close to saturation]. Economy and life, 2018, no. 08 (9724), pp. 24–28.
- [8] Trifanov A.V. Principles of functioning of the enterprise for the production of pork [The principles of functioning of the enterprise for the production of pork]. Izvestiya Velikiye Luki state agricultural Academy, 2017, no. 4, pp. 22–27.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>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</p>	<p>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</p>
---	--

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

AUTHOR GUIDELINES

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей

The procedure for consideration, approval and rejection of articles

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

Требования к оформлению статьи

Article requirements

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

1. Индекс УДК (универсальный десятичный классификатор) – на первой странице в левом верхнем углу.
2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.
3. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать основной результат исследований. Заголовки набирают полужирными прописными буквами, размер шрифта 12. В заголовке не допускается

использование 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 цитируемую 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. Подписная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки.

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

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

В редакцию предоставляются:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

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

Этапы преобразования ссылки

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

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

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

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

Порядок преобразования ссылки

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

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

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

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

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

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

Примеры оформления списка литературы в латинице

Описание статьи из журнала:

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

Описание статьи из электронного журнала:

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

Описание статьи с DOI:

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

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

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

Описание книги (монографии, сборники):

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

Ot katastrofy k vozrozhdeniyu: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR [From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Описание Интернет-ресурса:

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

Описание диссертации или автореферата диссертации:

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

Описание ГОСТа:

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

Описание патента:

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№4 (21)

2019

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Сдано в производство 15.11.2019. Формат 60X84/8

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

Усл. печ. л. 7,67. Тираж 50 экз.