

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



ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

Том 11

№ 4

2024

Научно-теоретический и практический журнал

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 11, № 4, 2024

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

Д. И. Фролов, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Зам. главного редактора

А. А. Курочкин, д-р техн. наук, профессор
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Редакционная коллегия:

- А. М. Зимняков**, канд. хим. наук, доцент
Пензенский государственный университет,
Пенза, Россия;
- В. М. Зимняков**, д-р экон. наук, профессор
Пензенский государственный аграрный
университет, Пенза, Россия;
- А. И. Купреенко**, д-р техн. наук, профессор
Брянский государственный аграрный университет,
Брянск, Россия;
- В. И. Курдюмов**, д-р техн. наук, профессор
Ульяновская государственная сельскохозяйственная
академия имени П. А. Столыпина, Ульяновск, Россия;
- О. Н. Кухарев**, д-р техн. наук, профессор
Пензенский государственный аграрный
университет, Пенза, Россия;
- В. А. Милюткин**, д-р техн. наук, профессор
Самарский государственный аграрный
университет, Кинель, Россия;
- В. Ф. Некрасhevich**, д-р техн. наук, профессор
Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия;
- А. Н. Омаров**, канд. техн. наук, доктор философии
Западно-Казахстанский инновационно-
технологический университет, Уральск, Казахстан;
- С. В. Чекайкин**, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия;
- Г. В. Шабурова**, канд. техн. наук, доцент
Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, Россия

Адрес редакции:

Фролов Дмитрий Иванович
г. Пенза, ул. Антонова, д.26 к.209
E-mail: surr@itit58.ru, surr@bk.ru
Сайт: <https://itit58.ru>
Издается 4 раза в год

Журнал «Инновационная техника и технология»
индексируется в РИНЦ (<http://www.elibrary.ru>),
Google Scholar, ICI World of Journals,
DOAJ (<https://doaj.org/toc/2410-0242>), AGRIS.

© Фролов Д. И., 2024

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Volume 11, Issue 4, 2024

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

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

Deputy-chief editor

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

Editorial board members:

- A. M. Zimnyakov**, cand. of chemical sciences,
assoc. professor
Penza State University, Penza, Russia;
- V. M. Zimnyakov**, doctor of economic sciences,
professor
Penza State Agrarian University, Penza, Russia;
- A. I. Kupreenko**, doctor of technical sciences,
professor
Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russia;
- V. I. Kurdyumov**, doctor of technical sciences, professor
Ulyanovsk State Agricultural Academy
in honor of P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia;
- O. N. Kuharev**, doctor of technical sciences,
professor
Penza State Agrarian University, Penza, Russia;
- V. A. Milutkin**, doctor of technical sciences,
professor
Samara State Agrarian University, Kinel, Russia;
- V. F. Nekrashevich**, doctor of technical sciences, professor
Ryazan State Agrotechnological University
Named After P.A. Kostychev, Ryazan, Russia;
- A. N. Omarov**, cand. of technical sciences, PhD
West Kazakhstan Innovative
and Technological University, Uralsk, Kazakhstan;
- S. V. Chekaykin**, cand. of technical sciences,
associate professor
Penza State Technological University, Penza, Russia;
- G. V. Shaburova**, candidate of technical sciences,
associate professor
Penza State Technological University, Penza, Russia

The editorial office address:

Dmitry Ivanovich Frolov
Penza, st. Antonov 26-209
E-mail: surr@itit58.ru, surr@bk.ru
website: <https://itit58.ru>
Issued 4 times a year

“Innovative machinery and technology”
indexed in the RSCI (<http://www.elibrary.ru>),
Google Scholar, ICI World of Journals,
DOAJ (<https://doaj.org/toc/2410-0242>), AGRIS.

© Frolov D. I., 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Повышение пищевой ценности рубленых изделий из птицы с мукой из семян пажитника и клетчаткой <i>Бочкарева З.А., Никонова Е.И.</i>	5
Трансформация технологических свойств и основных компонентов зерна ячменя в процессе экструзии <i>Гаранин В.С., Гарькина П.К.</i>	11
Анализ технологий обогатителей хлеба и хлебобулочных изделий из овощного сырья <i>Новикова О.А., Курочкин А.А.</i>	15
Оценка содержания фенольных соединений и антиоксидантной способности трав <i>Поляков А.В., Фролов Д.И.</i>	20
Влияние водной активности на структуру и характеристики хлебцев <i>Симаков Д.Г., Фролов Д.И.</i>	25

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Влияние конструктивных параметров матрицы экструдера на энергопотребление и показатели качества кукурузно-гречневого экструдата <i>Аширов Р.Р., Фролов Д.И.</i>	31
Краткое сопоставление нового метода посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника с существующим <i>Калашников В.А.</i>	36
К вопросу предварительного обезвоживания куриного помета в процессе его экструзионной обработки <i>Курочкин А.А., Аширов Р.Р., Козлов Е.Г.</i>	41

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Анализ производства колбасных изделий в России <i>Зимняков В.М.</i>	48
Особенности производства сыровяленых колбас <i>Зимняков В.М.</i>	55

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

<i>Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей</i>	63
<i>Требования к оформлению статьи</i>	63

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

Enhancing the nutritional value of minced poultry products with fenugreek seed meal and fiber <i>Bochkareva Z.A., Nikonova E.E.</i>	5
Transformation of technological properties and main components of barley grain in the extrusion process <i>Garanin V.S., Garkina P.K.</i>	11
Analysis of technologies for bread and bakery products fortifiers from vegetable raw materials <i>Novikova O.A., Kurochkin A.A.</i>	15
Evaluation of the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of herbs <i>Polyakov A.V., Frolov D.I.</i>	20
Effect of water activity on the structure and characteristics of rye and fibrous crispbreads <i>Simakov D.G., Frolov D.I.</i>	25

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

Influence of design parameters of the extruder matrix on energy consumption and quality indicators of corn-buckwheat extrudate <i>Ashirov R.R., Frolov D.I.</i>	31
Brief comparison of the new method of sowing winter wheat in the interrows of cotton with the existing one <i>Kalashnikov V.A.</i>	36
On the issue of preliminary dehydration of chicken manure during its extrusion processing <i>Kurochkin A.A., Ashirov R.R., Kozlov E.G.</i>	41

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

Analysis of sausage production in Russia <i>Zimnyakov V.M.</i>	48
Features of the production of cured sausages <i>Zimnyakov V.M.</i>	55

AUTHOR GUIDELINES

<i>The procedure for consideration, approval and rejection of articles</i>	63
<i>Article requirements</i>	63

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 641

Повышение пищевой ценности рубленых изделий из птицы с мукой из семян пажитника и клетчаткой

Бочкарева З.А., Никонова Е.И.

Аннотация. В работе рассмотрена возможность использования муки из семян пажитника голубого и пшеничной клетчатки взамен пшеничного хлеба в производстве рубленых изделий из мяса птицы. Мука из семян пажитника применялась для повышения содержания минеральных веществ, а пшеничная клетчатка с целью введения пищевых волокон и улучшения влагосвязывающей и влагоудерживающей способности изделий. Разработаны рецептуры на образцы №№ 1,2,3 с различным содержанием муки из семян пажитника и пшеничной клетчатки, составляющие в целом, для образца №1 - 5%, для образца №2 - 10%, для образца №3 - 13%. Отмечается, что введение муки из семян пажитника и пшеничной клетчатки повышает пищевую ценность изделий во всех образцах, но образец №3 по органолептическим показателям не рекомендуется к производству.

Ключевые слова: мясо птицы, рубленые изделия, семена пажитника, пшеничная клетчатка.

Для цитирования: Бочкарева З.А., Никонова Е.И. Повышение пищевой ценности рубленых изделий из птицы с мукой из семян пажитника и клетчаткой // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 5–10.

Enhancing the nutritional value of minced poultry products with fenugreek seed meal and fiber

Bochkareva Z.A., Nikonova E.E.

Abstract. The paper considers the possibility of using blue fenugreek flour and wheat fiber instead of wheat bread in the production of minced poultry products. Fenugreek flour was used to increase the content of minerals, and wheat fiber was used to introduce dietary fiber and improve the moisture-binding and moisture-holding capacity of products. Recipes were developed for samples No. 1, 2, 3 with different contents of fenugreek flour and wheat fiber, which in general are 5% for sample No. 1, 10% for sample No. 2, and 13% for sample No. 3. It is noted that the introduction of fenugreek flour and wheat fiber increases the nutritional value of products in all samples, but sample No. 3 is not recommended for production according to organoleptic indicators.

Keywords: poultry meat, minced products, fenugreek seeds, wheat fiber.

For citation: Bochkareva Z.A., Nikonova E.E. Enhancing the nutritional value of minced poultry products with fenugreek seed meal and fiber. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 5–10. (In Russ.).

Введение

Разработка технологий производства новых безопасных продуктов питания на основе натурального сырья – одно из важнейших направлений раз-

вития пищевой промышленности и общественного питания в XXI веке [1].

Мясо птицы является наиболее популярным видом мяса в России. Потребление мяса птицы в России увеличивается от года к году, сообщает Российский птицеводческий союз. Эксперты Рос-

сийского птицеводческого союза прогнозируют, что рост производства мяса птицы продолжится. В первую очередь это связано с финансовой доступностью, так как мясо курицы заметно дешевле свинины и говядины. Мясо птицы в России потребляют как в качестве натуральных полуфабрикатов, так и в рубленом виде. Для повышения пищевой ценности рубленых изделий из птицы используют функциональные ингредиенты, композитные смеси из них, включающие разнообразное растительное сырье. В данный момент разработано множество функциональных продуктов из птицы. Известны исследования на базе Уральского государственного аграрного университета, где предложили использовать природные антиоксиданты растительного сырья при производстве функциональных продуктов из мяса птицы [2]. В Марийском Государственном

Таблица 1 – Сравнение химических составов курицы и семян пажитника (на 100 г)

Наименование показателей	Курица	Семена пажитника	Рекомендуемый уровень суточного потребления	Степень удовлетворения суточной потребности, %	
				Курица	Пажитник
Белок, г	18,2	8,2	-	-	-
Жиры, г	1,9	6,4	-	-	-
Углеводы, г	0,4	33,8	-	-	-
В1, мг	0,07	0,3	1,5	4,7	20
В2, мг	0,07	0,4	1,8	3,9	22,2
В4, мг	82,1	0	500	16,4	0
В5, мг	1,5	0	5	30	0
В6, мг	0,8	0,6	2	40	30
В9, мкг	9	57	400	2,3	14,3
В12, мкг	0,2	0	3	6,7	0
С, мг	0	3	90	0	3,3
Е, мг	0,6	0	15	4	0
РР, мг	7,7	1,6	20	38,5	8
Калий, мг	292	770	2500	11,7	30,8
Кальций, мг	8	176	1000	0,8	17,6
Магний, мг	86	191	400	21,5	47,8
Натрий, мг	66	67	1300	4,6	5,2
Фосфор, мг	171	296	800	21,4	37
Железо, мг	1,4	33,5	18	7,8	186,1
Йод, мкг	6	0	150	4	0
Кобальт, мкг	9	0	10	90	0
Марганец, мг	0,02	1,2	2	1	60
Медь, мкг	80	1110	1000	8	111
Селен, мкг	22,8	6,3	55	41,5	11,5
Хром, мкг	25	0	50	50	0
Цинк, мг	1,3	2,5	12	10,8	20,8

Университете в городе Йошкар-Ола на базе МПЗ «Советский» разработан функциональный продукт из мяса птицы с добавлением ламинарии [3]. Также для разработки рубленых полуфабрикатов из птицы исследователи использовали овсяные отруби, овощные порошки, чернослив, муку из зерновых и пр.[4].

Компонентами, которые могут повысить пищевую ценность изделий и расширить ассортимент являются семена пажитника и пшеничная клетчатка. Пажитник – растение из семейства бобовых, с прекрасным орехово-грибным вкусом. Пажитник является природным источником фолиевой кислоты, фосфора, кальция, магния, железа, селена, цинка, антиоксидантов. Также он богат витаминами А, В, С [5].

Поскольку содержание других компонентов в рубленых изделиях из птицы крайне низкое (суммарно менее 1% от суточной нормы потребления), то им можно пренебречь и ориентироваться в первую очередь на основное сырье – мясо курицы. Сравнение химических составов курицы и семян пажитника [6] произведено в таблице 1.

Сравнивая химический состав курицы и семян пажитника, можно сделать вывод, что семена пажитника не только дополняют витаминный состав курицы, но и обогатят ее минеральными веществами. Также и в самой курице, и в семенах пажитника, присутствует витамин В2, который улучшает усвояемость железа. Кроме этого, исследованиями авторов [7] установлено, что семена пажитника голубого являются источником ценного комплекса биологически активных соединений: эфирное масло - $0,32 \pm 4,82\%$, флавоноиды - $0,82 \pm 1,05\%$, липофильные вещества - $8,81 \pm 0,13\%$, каротиноиды - $1,81 \pm 0,68\text{мг}\%$, алкалоиды - $0,28 \pm 2,95\%$, водорастворимые полисахариды - $11,24 \pm 0,41\%$, пектиновые вещества - $8,20 \pm 0,74\%$, гемицеллюлоза А - $10,20 \pm 0,59\%$, гемицеллюлоза Б - $7,09 \pm 1,08\%$.

Пшеничная клетчатка – натуральное растительное волокно, имеющее широкую и разнообразную область применения. Используют клетчатку пшеничную в мясной, рыбной, молочной, кондитерской, хлебобулочной отраслях промышленности. Главными специфическими особенностями продукта являются его высокие влаго- и жиродерживающие способности, инертность, термостабильность, низкая калорийность [8]. Волокна пшеничной клетчатки имея развитую систему тонких субмикроскопических капилляров удерживают воду как внутри капиллярных каналов, так и поверхностью за счет большого количества гидроксильных групп на поверхности. Удалить воду из таких микрокапилляров труднее, чем свободную, чем обеспечивается влагоудерживающая способность при термической обработке.

Цель работы – совершенствование технологии и рецептур рубленых изделий из птицы с мукой из семян голубого пажитника и пшеничной клетчат-

кой, направленной на обогащение минеральными веществами и пищевыми волокнами.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являются: мясо птицы (курицы), пажитник голубой, клетчатка пшеничная, контрольный образец рубленых изделий из птицы по рецептуре № 667 сборника рецептов блюд и кулинарных изделий, образец №1: изделия рубленые из птицы с добавлением семян пажитника и пшеничной клетчатки в количестве 5% (4:1) к массе полуфабриката; образец №2: изделия рубленые из птицы с добавлением семян пажитника и пшеничной клетчатки в количестве 10% (8:3) к массе полуфабриката; образец №3: изделия рубленые из птицы с добавлением семян пажитника и пшеничной клетчатки в количестве 13% (10:4) к массе полуфабриката.

Для приготовления изделий использовали: мясо курицы в соответствии с ГОСТ 31962-2013, муку из семян пажитника, пшеничную клетчатку. Мука из семян пажитника и пшеничная клетчатка добавлены в качестве влагосвязывающих и влагоудерживающих добавок взамен хлеба пшеничного в традиционной рецептуре. Использована мука из бобов пажитника голубого, хотя наиболее распространен пажитник сенной. Семена пажитника сеного обладают слишком сильным и горьким вкусом, что может отрицательно сказаться на органолептических показателях изделий. Остальные ингредиенты добавлены в соответствии с рецептурой контрольного образца.

Для определения влияния семян пажитника и пшеничной клетчатки на пищевую ценность и органолептические показатели готовили образцы изделий №1,2,3 с мукой семян пажитника и клетчаткой, контрольный образец с пшеничным хлебом по традиционной технологии производства рубленых изделий из птицы. Способ тепловой обработки: жарка основным способом с дожариванием в жарочном шкафу. Перед внесением в рубленую массу муку из семян пажитника просеивали, клетчатку гидратировали в теплой воде (с температурой приблизительно 40 °C, т.к. в холодной воде клетчатка почти не набухает) в соотношении 1:5 в течение 15 мин, перед внесением в рубленую массу охлаждали. Пищевую ценность изделий определяли расчетными методами, органолептические показатели по ГОСТ 31986-2012.

Результаты и их обсуждение

В качестве целевых показателей для исследования были выбраны содержание минеральных веществ и пищевых волокон. Пищевая и энергетическая ценность готовых изделий представлена в таблице 2.

Энергетическая ценность изделий с использо-

Таблица 2 – Пищевая и энергетическая ценность изделий

Наименование	Белки, г	Жиры, г	Угле- ды, г	Энер- гети- ческая цен- ность, ккал
Изделия рубленые из птицы	18,56	5,9	13,7	182
Изделия рубленые из птицы с добавлением муки семян пажитника и пшеничной клетчатки в количестве 5% (4:1)	18,09	6	14,5	184
Изделия рубленые из птицы с добавлением муки семян пажитника и пшеничной клетчатки в количестве 10% (8:3)	17,65	6,1	15,2	186
Изделия рубленые из птицы с добавлением муки семян пажитника и пшеничной клетчатки в количестве 13% (10:4)	17,38	6,1	15,7	187

ванием семян пажитника и пшеничной клетчатки выше контрольного образца на 1,1 %, 2,19%, 2,74%. Это связано с небольшим увеличением количества жиров и углеводов. Но учитывая, что углеводы представлены пищевыми волокнами, это увеличение не окажет негативного влияния на организм. В это же время содержание белков снижается из-за уменьшения количества мяса курицы в рецептуре.

Достаточно богатый состав минеральных веществ семян пажитника предполагает, что при добавлении в рубленую массу из мяса птицы повысится пищевая ценность изделий. Важно определить степень удовлетворенности в минеральных веществах в зависимости от суточной нормы потребления [9]. График степени удовлетворенности в минеральных веществах представлен на рисунке 1. Рассмотрены минеральные вещества, являющиеся дефицитными в питании людей.

Степень удовлетворенности по сравнению с контрольным образцом: калием выше на 7,4%, 18%, 23%; кальцием – на 9%, 20,4%, 26,1%; магнием – на 8,2%, 20%, 26%; железом – на 81,3%, 170,8%, 221,9%.

При этом, при введении в изделия муки из семян пажитника и пшеничной клетчатки уменьшается содержание йода, кобальта, селена и хрома.

В рубленых изделиях пищевые волокна улучшают функционально-технологические свойства за счет водоудерживающей способности, при этом обладая катионосвязывающей способностью, благоприятно влияют на микробиоту кишечника. Пище-

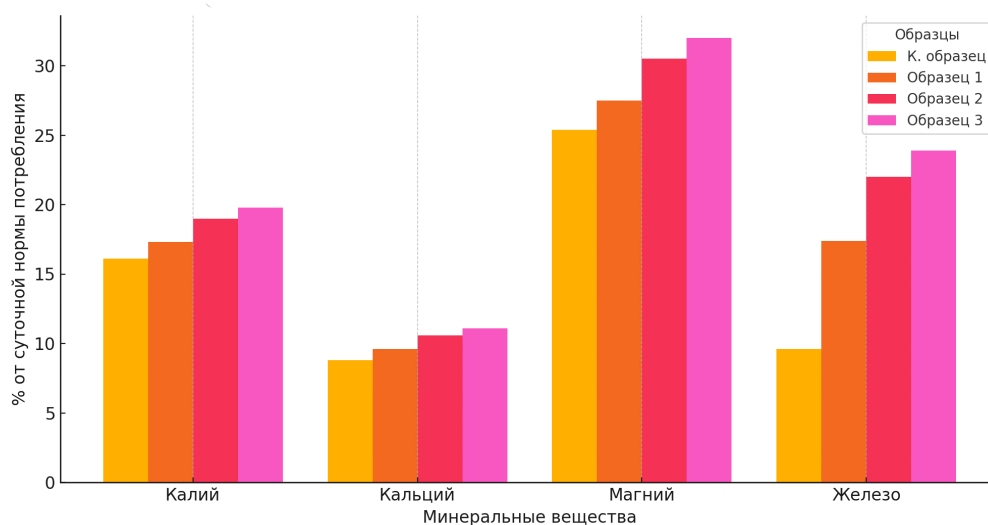


Рис. 1. График сравнения степени удовлетворенности в минеральных веществах готовых изделий

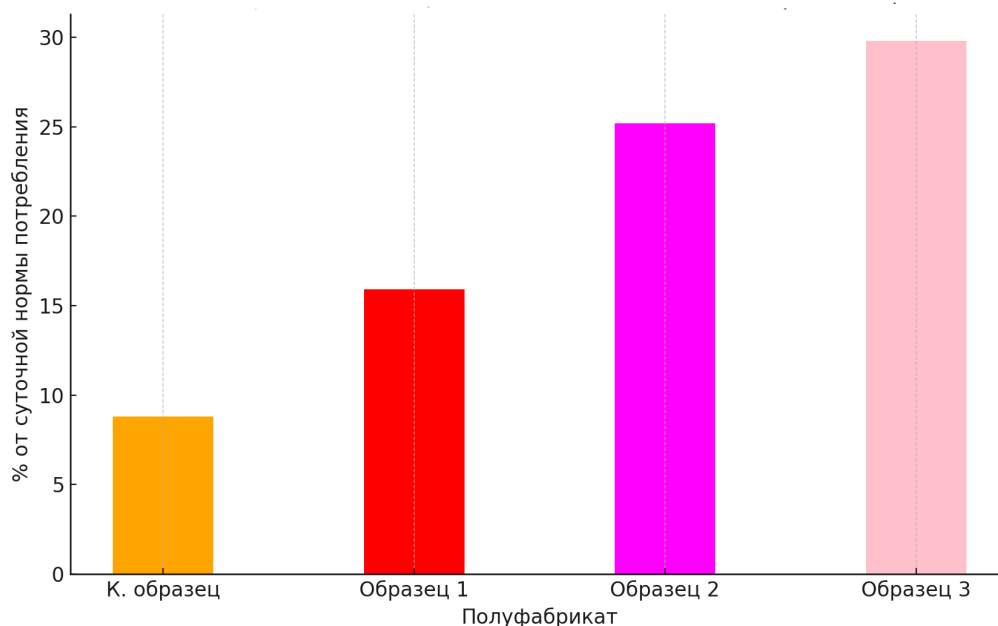


Рис.2. График сравнения степени удовлетворенности потребности в пищевых волокнах готовых изделий

вые волокна муки из семян пажитника и пшеничной клетчатки положительно влияют на их содержание в разрабатываемых изделиях. График степени удовлетворенности в пищевых волокнах представлен на рисунке 2.

Степень удовлетворенности пищевыми волокнами в образцах №№1,2,3 выросла на 80,7%, 186,3%, 238,6%. Можно заключить, что добавление растительных ингредиентов, в особенности пшеничной клетчатки, привело к значительному повышению удовлетворенности пищевыми волокнами.

Исследование опытных образцов по органолептическим показателям дало следующие резуль-

таты: у изделий хорошо сохраняется форма за счет добавления пшеничной клетчатки, но с увеличением доли клетчатки масса изделий становится более упругой. Изделия без трещин, что говорит о положительном влиянии клетчатки на формоудерживающую способность. Консистенция изделий по сравнению с контрольным образцом более плотная, но в образце №3 появляется разрыхленность из-за большего количества добавок. Цвет изделий на разрезе однородный, светлый, но с увеличением муки из семян пажитника становится более ярким. Запах, соответствующий жареным рубленым изделиям из мяса птицы. С увеличением муки из семян пажит-

ника усиливается его мягкий, но яркий аромат. Орехово-грибной вкус пажитника в образцах №1 и №2 улучшает вкусовые ощущения, но в образце №3 не ощущается вкус мяса курицы из-за значительного количества как клетчатки, так и пажитника. Образец №3 не рекомендуется к производству.

Выводы

Основываясь на результатах проведенных нами исследований, установлено, что образцы №1 и №2 с растительными ингредиентами не ухудшают органолептические показатели рубленых изделий из

птицы, обогащают их минеральными веществами и пищевыми волокнами. При таком соотношении ингредиентов достигается достаточный уровень удовлетворенности калием, магнием, железом. В то же время не нарушаются органолептические и функционально-технологические свойства изделий и не ухудшаются вкусовые качества. Можно заключить, что получившиеся образцы могут считаться функциональными продуктами поскольку покрывают суточную потребность в железе на 17,4%, 26%, 30,9%, в магнии на 27,5%, 30,5%, 32% и пищевых волокнах на 15,9%, 25,2% и 29,8%.

Литература

- [1] Бочкарева З.А. Сравнительная характеристика мясных рубленых изделий с продуктами переработки овса. Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 85-91. EDN: UZCAHF
- [2] Боровкова А.Ю., Степанов А.В. Применение растительных добавок при производстве рубленых полуфабрикатов из мяса птицы. Молодежь и наука. 2019. № 5-6. С. 29.
- [3] Семенова А.Ю., Петров О.Ю., Бердников В.Л. Разработка рецептуры и технологии функционального продукта из мяса птицы. Вестник Марийского Государственного Университета. 2015. Выпуск 1. С. 23-28.
- [4] Пастарнак Д.А., Зинина О.В. Обзор разработок рубленых полуфабрикатов из мяса птицы. Молодежь и наука. 2020. № 12.
- [5] Матюшина А.В., А.Д. Тошев. Общая характеристика семян пажитника и его полезные свойства в качестве функциональной добавки в продуктах питания. Вестник науки и образования. 2023. № 1-1 (132). С. 22-28. EDN: LUHMDT
- [6] Ананьева А.В., Нечепорук А.Г., Третьякова Е.Н. Влияние семян пажитника и пшеничных отрубей на пищевую ценность рубленых котлет из мяса птицы. Наука и образование. 2021. Том 4. № 2.
- [7] Цаххаева З.С., Тогузова А.А., Таболова Е.А. Фитохимическое изучение семян пажитника голубого (*trigonella caerulea*). Медико-фармацевтический журнал Пульс. 2020. Т. 22. № 4. С. 141-145. doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-4-141-145. EDN: FYAFYA
- [8] Шароглазова Л.П., Оленцова Ю.А., Шароглазов А.В. Применение пшеничной клетчатки в производстве рубленых полуфабрикатов. В сборнике: Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции. Красноярский государственный аграрный университет. 2017. С. 101-104.

References

- [1] Bochkareva Z.A. Comparative analysis of foods from chopped meat with recycled oat products // Bulletin Samara State Agricultural Academy, 2015. No. 4. pp. 85-91. EDN: UZCAHF
- [2] Borovkova A.Yu., Stepanov A.V. Use of plant additives in the production of chopped semi-finished products from poultry meat. Youth and Science. 2019. No. 5-6. P. 29
- [3] Y. Semenova, O. Y. Petrov, V. L. Berdnikov Development of a compounding and technology of a functional product from fowl. Mari State University, Yoshkar-Ola Agricultural holding «Akashevo»
- [4] Pastarnak D.A., Zinina O.V. Review of developments of chopped semi-finished products from poultry meat. Youth and Science. 2020. No. 12.
- [5] Matyushina A.V., A.D. Toshev. General characteristics of fenugreek seeds and its beneficial properties as a functional additive in food products. Bulletin of Science and Education. 2023. No. 1-1 (132). P. 22-28. EDN: LUHMDT
- [6] Ananyeva A.V., Nечeporuk A.G., Tretyakova E.N. Influence of fenugreek seeds and wheat bran on the nutritional value of chopped poultry cutlets. Science and Education. 2021. Vol. 4. No. 2. EDN: MVBIJG
- [7] Tsakhkaeva Z.S., Toguzova A.A., Tabolova E.A. Phytochemical study of blue fenugreeds seeds (*Trigonella Caerulea*). Medical & pharmaceutical journal Pulse. 2020. Volume 22. No 4. pp. 141-145. https://clinical-journal.ru http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2020-22-4-141-145 EDN: FYAFYA
- [8] Sharoglazova L.P., Olentsova J.A., Sharoglazov A.V. Application of wheat fiber in the manufacture of chopped semi-finished products. In the collection: Science and education: experience, problems, development prospects. Proceedings of the international scientific and practical conference. Krasnoyarsk State Agrarian University. 2017. P. 101-104. EDN: ZBYESH

[9] Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.)

[9] Methodological recommendations МР 2.3.1.0253-21 «Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation» (approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing on July 22, 2021)

Сведения об авторах

Information about the authors

Бочкарева Зенфира Альбертовна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: bochkariievaz@mail.ru	Bochkareva Zenfira Albertovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: bochkariievaz@mail.ru
Никонова Екатерина Эдуардовна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Nikonova Ekaterina Eduardovna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University

Трансформация технологических свойств и основных компонентов зерна ячменя в процессе экструзии

Гаранин В.С., Гарькина П.К.

Аннотация. Трансформация технологических свойств и основных компонентов зерна ячменя в процессе экструзии представляет собой сложный и многоступенчатый процесс, в ходе которого происходят изменения как физико-химических характеристик, так и питательной ценности продукта. Экструзия, как интенсивный метод обработки, способствует как активации биологических свойств зерна, так и улучшению его усвояемости. В статье изучено влияние экструзии на технологические свойства компонентов ячменя.

Ключевые слова: экструзионная обработка, несоложенный ячмень, декстрины.

Для цитирования: Гаранин В.С., Гарькина П.К. Трансформация технологических свойств и основных компонентов зерна ячменя в процессе экструзии // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 11–14.

Transformation of technological properties and main components of barley grain in the extrusion process

Garanin V.S., Garkina P.K.

Abstract. The transformation of the technological properties and main components of barley grain during the extrusion process is a complex and multi-stage process, during which both the physico-chemical characteristics and the nutritional value of the product change. Extrusion, as an intensive processing method, contributes both to the activation of the biological properties of grain and to the improvement of its digestibility. The article examines the effect of extrusion on the technological properties of barley components.

Keywords: extrusion processing, unsalted barley, dextrins.

For citation: Garanin V.S., Garkina P.K. Transformation of technological properties and main components of barley grain in the extrusion process. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 11–14. (In Russ.).

Введение

В результате экструзии наблюдается денатурация белков, которая обуславливает формирование новых структур, что влияет на текстуру и вкус готового продукта. Также улучшаются растворимость углеводов, что приводит к повышению энергетической ценности продукта и облегчению его переваривания. Процесс экструзии способствует расщеплению клетчатки, который преобразует неусвояемые компоненты в более доступные формы.

С изменением температуры и вязкости в экструдере происходят структурные изменения, которые, в свою очередь, влияют на целостность зёрен. Исследование этих процессов важно для оптимизации технологий переработки ячменя и создания инновационных продуктов с высокой питательной ценностью

и лучшими органолептическими свойствами, что имеет значительное значение для пищевой индустрии.

При определении влияния режимов экструзионной обработки на углеводный состав ячменя обработку опытных образцов несоложенного ячменя проводили в течение 10-15 с. В качестве контроля служило необработанное зерно ячменя.

Целью исследований является изучение модификации основных компонентов ячменя в процессе экструзии.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служил несоложенный ячмень подвергнутый различным по продолжительности режимам экструзионной обработке.

Результаты и их обсуждение

Как свидетельствуют полученные данные, при экструзионной обработке происходят заметные изменения в углеводном комплексе ячменя (табл. 1, рис. 1-4).

С увеличением длительности экструзионной обработки содержание крахмала в опытных образцах снижается, причем на начальных этапах процесс идет менее интенсивно.

Так, экструзионная обработка ячменя в течение 10 с привела к снижению содержания крахмала на 3,1 %.

Интенсификация процесса гидролиза крахмала заметна при экструзионной обработке более 10 секунд. При обработке в течение 12 и 15 с содержание крахмала на 19,2 % ниже, чем в контрольном образце. Потеря капиллярной и части связанной влаги способствует интенсификации расщепления полисахаридных молекул [1].

Расщепление крахмала в зерне ячменя подтверждается уровнем массовой концентрации водорастворимых веществ. В наших экспериментах было отмечено повышение моно- и дисахаридов в экструдированном ячмене в 2,3 раза по сравнению с исходным сырьем.

Предполагаемым механизмом влияния экструзии на углеводный комплекс зерна может быть разрушение кристаллической структуры зерен крахмала и образование структуры аморфного вещества.

Термическая и механическая обработка крахмала не только разрушает структуру его зерна, но и приводит к деструкции больших молекул полисахаридов крахмала, что существенно изменяет реологические свойства крахмальных клейстеров.

Разрушение клеточных стенок крахмала в результате экструзионной обработки значительно интенсифицируется. В результате увеличивается и облегчается выход экстрактивных веществ из экструдированного сырья, что подтверждается результатами, приведенными на рис. 1.

Таблица 1 - Углеводный состав ячменя

Показатели	Продолжительность экструзионной обработки, с			
	0 (образец 1)	10 (образец 2)	12 (образец 3)	15 (образец 4)
Массовая доля влаги, %	14	11,7	9,6	9,5
Моно-и дисахариды, % СВ	1,2	1,7	2,7	2,2
Крахмал, % СВ	62	60,1	50,1	50,1
Декстрины, % СВ	0,1	6,8	8,2	5,9



Рис. 1. Изменение экстрактивности ячменя при экструзионной обработке

Степень изменения крахмала зависит от свойств исходного сырья, скорости и предела повышения температуры нагрева, интенсивности механического воздействия, состояния крахмальных полисахаридов, количества воды [2]. На рис. 2 приведены результаты исследования содержания крахмала в экструдированном ячмене.

Одним из возможных механизмов гидролиза крахмала при экструзионной обработке предположительно является активация эндогенной амилазы (в первую очередь, α -амилазы) на начальном этапе экструзии. Декстринизация крахмала обуславливает уменьшение плотности экструдированного материала и образование микропористой структуры. Следует отметить, что степень пористости экструдата возможно регулировать путем изменения величины вакуума, создаваемого на выходе продукта из фильеры экструдера, о чем сообщалось автором ранее [3]. О повышении содержания декстринов свидетельствуют данные, приведенные на рис. 3.

При этом возрастает количество растворимых сахаров в экструдате (рис. 4).

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования экструдированного ячменя в качестве замены части солода. При этом возможно применение более экономного настоянного способа затирания, поскольку крахмал несоложеного зерна эффективно подготовлен для воздействия амилаз солода. Изменяя параметры режима обработки (исходную влажность, продолжительность обработки, температуру) можно прогнозировать количество декстринов и степень клейстеризации крахмала. Кроме того, применение экструдированного ячменя позволяет с минимальными потерями

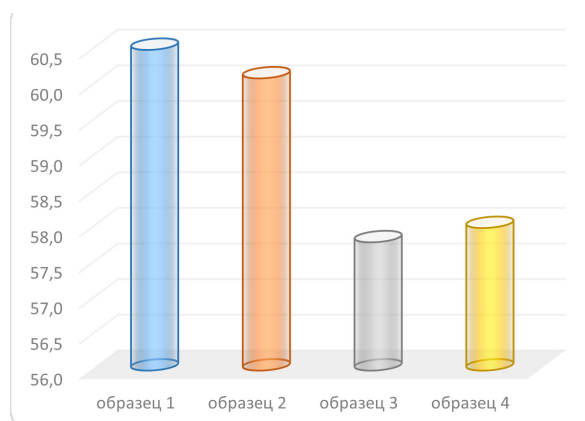


Рис. 2. Содержание крахмала в зерне ячменя

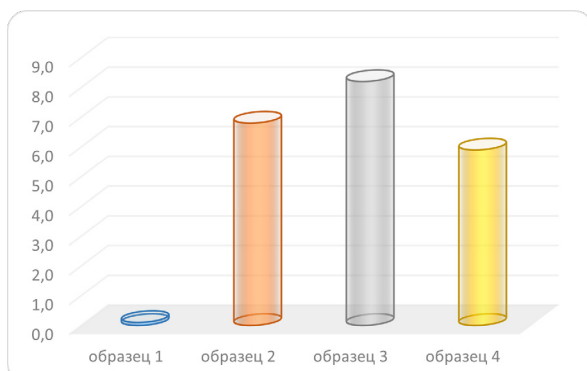


Рис. 3. Изменение содержания декстринов в зерне ячменя при экструзионной обработке

сохранить витаминный комплекс ячменя, а также улучшить санитарное состояние исходного сырья.

Предполагаемым механизмом физического воздействия экструзионной обработки ячменя может быть высвобождение крахмала из растительных клеток, его клейстеризация и растворение.

Содержание в зерновом сырье азотистых соединений, их изменения в процессе производства пива оказывают существенное влияние на интенсивность и направленность основных технологических процессов и качество готового пива. Азотистые вещества ячменя представлены в основном высокомолекулярными соединениями – белками, а также низкомолекулярными веществами органической и неорганической природы. Низко- и среднемолекулярные продукты гидролиза белков (аминокислоты и пептиды) обеспечивают азотистое питание дрожжей и участвуют в сложных процессах метаболизма дрожжевой клетки. Повышенное количество несоложенного сырья при производстве пива способствует снижению содержания аминокислот, что приводит к ухудшению процесса брожения пивного сусла. Применение в качестве несоложенного зерна экструдированного ячменя может способствовать изменению азотистого состава сусла. В процессе экструзионной обработки белки,

Литература

- [1] Патент № 2460315 C1 Российская Федерация, МПК A23L 1/00. Способ производства экструдатов : № 2011107960/13 : заявл. 01.03.2011 : опубл. 10.09.2012 / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина [и др.] ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенская государственная технологическая академия». – EDN YRTSID.
- [2] Воронина, П. К. Экструдат ячменя в производстве пива / П. К. Воронина // Пищевые продукты и здоровье человека : материалы Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 01 января – 31 2012 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой

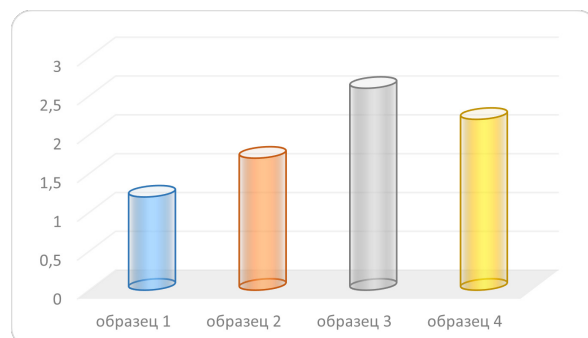


Рис. 4. Содержание растворимых сахаров в экструдате ячменя

наряду с крахмалом, являются наименее устойчивыми компонентами растительного сырья.

Полученные данные о трансформации ячменного белка в результате экструзионной обработки подтверждают возможность эффективного использования несоложенного зернового сырья при производстве пивного сусла.

Выводы

Таким образом, как показали наши исследования, показатели экструдированного зерна ячменя свидетельствуют о биохимических изменениях крахмала, способствующих снижению содержания нативного крахмала и повышению, по всей вероятности, водорастворимых углеводов. При этом высокое содержание воды (пара) и кратковременный прогрев (не более 15...20 с) в условиях экструзионной обработки практически предотвращают деградацию витаминов. Наличие витаминов и повышенной доли растворимого азота в зерне позволяет предположить возможность более эффективного обмена веществ дрожжей при сбраживании пивного сусла, так как витамины и азотистые вещества являются жизненно необходимыми для роста и размножения дрожжевых клеток.

References

- [1] Patent No. 2460315 C1 Russian Federation, IPC A23L 1/00. Method of production of extrudates : No. 2011107960/13 : application 03/01/2011 : publ. 09/10/2012 / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina [et al.] ; applicant State Educational Institution of Higher Professional Education «Penza State Technological Academy». – EDN YRTSID.
- [2] Voronina, P. K. Barley extrudate in beer production / P. K. Voronina // Food products and human health : materials of the International Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, Kemerovo, January 01 – 31, 2012 / Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University)». Kemerovo: Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University), 2012. – pp. 116-117

промышленности (университет)». – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2012. – С. 116-117

- [3] Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, Е. В. Тюрина // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания : сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 3 томах, Челябинск, 11 декабря 2010 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский государственный университет, Факультет «Пищевые технологии»; председатель редколлегии А. Л. Шестаков. Том 1. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – С. 46-48.

- [3] Transformation of the carbohydrate complex of extruded barley / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina, E. V. Tyurina // The current state and prospects for the development of the food industry and public catering : a collection of materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation: in 3 volumes, Chelyabinsk, December 11, 2010 / Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, South Ural State University, Faculty of Food Technologies; Chairman of the Editorial Board A. L. Shestakov. Volume 1. – Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2010. – pp. 46-48.

Сведения об авторах

Information about the authors

Гарькина Полина Константиновна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru	Garkina Polina Konstantinovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru
Гаранин Владислав Сергеевич студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail:	Garanin Vladislav Sergeevich student of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail:

Анализ технологий обогатителей хлеба и хлебобулочных изделий из овощного сырья

Новикова О.А., Курочкин А.А.

Аннотация. В работе систематизированы результаты анализа технологий обогатителей, получаемых путем обработки овощного сырья и применяемых при выработке хлеба и хлебобулочных изделий. Предложена классификация способов получения обогатителя, их преимущества и недостатки, а также обосновано новое направление в получении функциональных обогатителей на основе термовакуумной экструзии овощного сырья. Данный вид экструзии может быть реализован при высоком содержании влаги, умеренной температуре и мягких условиях деформации обрабатываемого сырья. Все это позволит снизить энергоемкость технологического процесса получения овощных обогатителей и повысить сохранность их термолабильных ингредиентов.

Ключевые слова: обогатитель, овощное сырье, криопорошки, паста, экстракт, термовакуумная экструзия.

Для цитирования: Новикова О.А., Курочкин А.А. Анализ технологий обогатителей хлеба и хлебобулочных изделий из овощного сырья // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 15–19.

Analysis of technologies for bread and bakery products fortifiers from vegetable raw materials

Novikova O.A., Kurochkin A.A.

Abstract. The paper systematizes the results of the analysis of technologies of fortifiers obtained by processing vegetable raw materials and used in the production of bread and bakery products. A classification of methods for obtaining a concentrator is proposed, their advantages and disadvantages, and a new direction in obtaining functional concentrators based on thermal vacuum extrusion of vegetable raw materials is substantiated. This type of extrusion can be realized at high moisture content, moderate temperature and mild deformation conditions of the processed raw materials. All this will reduce the energy intensity of the technological process of obtaining vegetable fortifiers and increase the safety of their thermolabile ingredients.

Keywords: concentrator, vegetable raw materials, cryopowders, paste, extract, thermal vacuum extrusion.

For citation: Novikova O.A., Kurochkin A.A. Analysis of technologies for bread and bakery products fortifiers from vegetable raw materials. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 15–19. (In Russ.).

Введение

Анализ исследований, связанных с использованием овощей в качестве обогатителя пищевых продуктов, позволяет выявить тенденцию в развитии этого сегмента сырья растительного происхождения и причины его роста в последние годы.

В последние 15-20 лет функциональные добавки из овощного сырья переместились из разряда эксклюзивных в область массового ассортимента при производстве многих пищевых продуктов, в том числе – хлеба и хлебобулочных изделий [1, 8-10].

Цель работы – на основе анализа технологий хлеба и хлебобулочных изделий, вырабатываемых с применением обогатителей из овощного сырья, выявить рациональный вектор их развития.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлась научно-техническая информация в части применения биологически ценных ингредиентов овощного сырья в технологиях хлеба и хлебобулочных изделий.

В работе применялся аналитический метод ис-

следований, основанный на системном подходе к изучаемой проблеме.

Результаты и их обсуждение

Известно, что сырье растительного происхождения с позиции пищи и пищевых технологий в целом – это совокупность макронутриентов (белки, жиры и углеводы) и микронутриентов (витамины, минеральные вещества, а также примерно 22 класса других веществ) [5].

С этой точки зрения интерес к применению овощных культур в качестве обогатителя хлеба и хлебобулочных изделий в научном плане очевиден, а практическая реализация этого направления в пищевой индустрии связана с обоснованием технологии получения функциональных добавок с наименьшими затратами и минимальными потерями биологически активных компонентов, содержащихся в нативном сырье.

Выбор технологии получения функциональных добавок в общем случае зависит от физико-механических и химических свойств перерабатываемого сырья, технологии выработки готового обогащенного или функционального продукта и ряда других факторов. При этом состав и параметры каждой операции технологического процесса выбираются, настраиваются и зависят от нутриента, концентрация которого в обрабатываемом материале наибольшая, и корректируются с учетом допустимой деструкции остальных составляющих сырья [5].

Следующим по важности фактором, влияющим на выбор технологии, являются физико-механические свойства получаемого обогатителя, обеспечивающие приемлемую технологичность при внесении его в состав основного сырья, а также хорошую сохранность биологически ценных ингредиентов пищевой добавки в процессе ее промежуточного хранения.

Анализ технологических аспектов производства обогащенных и функциональных пищевых продуктов показывает, что обогатители из овощного сырья наиболее часто применяются в следующем виде (рис. 1).

Известно, что наиболее часто обогатители применяются в виде сухого порошка или муки, что объясняется системным недостатком, присущим боль-

шей части нативного растительного сырья: объекты обработки имеют достаточно высокую влажность и не выносят даже кратковременного хранения без потери качества.

Следует особо подчеркнуть, что существующие методы консервации или прямой переработки растительного сырья с получением их в виде порошка по большей части экономически не целесообразны, так как наряду с измельчением включают достаточно глубокое обезвоживание путем сушки. Как правило, такое воздействие на сырье приводит к потере значительной части наиболее ценных его ингредиентов, в том числе – биологически активных веществ. К тому же сушка относится к весьма энергоемким методам обработки сырья.

Попытки избавиться от первого из указанных недостатков привели к разработке технологии получения тонкодисперсных порошков с размером частиц примерно 100 мкм, получаемых путем измельчения в специальных мельницах предварительно обезвоженного сырья [3, 6].

В настоящее время известно несколько разновидностей подобных технологий, основанных на том или ином способе удаления воды и методе измельчения.

Удаление воды может осуществляться путем сублимационной сушки с различным способом подвода тепла к обрабатываемому сырью, а измельчение – в среде жидкого азота, диоксида углерода или другого хладагента с помощью шаровой мельницы.

В качестве примера реализации технологии криопорошков в части обезвоживания можно привести способ вакуумной сушки пищевой продукции, заключающийся в том, что продукт помещают в камеру, заполненную парогазовой средой с пониженным регулируемым давлением, к продукту подводят энергию путем кондуктивной и/или конвективной и/или радиационной инфракрасной и/или микроволновой теплопередачи, а выделяющиеся водяные пары осаждают на охлаждаемой поверхности ледового конденсатора [7].

Что касается второго недостатка технологии порошкообразных пищевых добавок, то следует процитировать вывод одного из основных ее разработчиков – профессора Кубанского ГТУ Касьянова Г.И.

В своей недавно опубликованной работе он отмечает, что «Обзор научно-технической литературы по способам получения и применения сухих растительных порошков показал, что на практике имеются проблемы снижения температурной нагрузки на термолабильные компоненты сырья и есть необходимость усовершенствовать технологию и оборудование для повышения качества и снижения себестоимости производства плодоовощных порошков» [4].

Следует отметить, что применение обогатителей в виде порошка с целью получения обогащенных или функциональных хлебобулочных изучалось многими учеными в отношении самых



Рис.1. Классификация обогатителей из овощного сырья

различных видов овощей. Порошки при этом получали с применением естественной сушки, а также с помощью конвективных сушилок, выпускаемых промышленными предприятиями страны серийно или разработанными авторами научных работ.

Наряду с порошкообразными пищевыми добавками из овощей практический интерес с позиции улучшения биологической ценности, а также органолептических свойств хлеба и хлебобулочных изделий представляет применение в качестве обогатителей овощных паст и пюре.

Например, запатентован способ приготовления хлебобулочного изделия, включающий получение опары из части муки, воды и дрожжей, ее брожение, последующее получение теста путем смешивания оставшейся части муки, всего количества опары, соли и воды, его брожение, разделку, расстойку и выпечку тестовых заготовок. При получении теста перед перемешиванием вводят при температуре 29-32°C белково-томатно-масляную пасту, полученную высушиванием семян томатов и томатных выжимок, их измельчением и экстракцией растительным маслом в тонкой вращающейся по спирали пленке толщиной 0,1-0,2 мм при давлении 150-200 кг/см² и температуре 40-60°C, в количестве 2-3% к массе муки. Кроме того, способ дополнительно предусматривает введение в тесто сахара в количестве до 7,0% к массе муки и жирового продукта в количестве до 4,0% к массе муки. При этом обеспечивается улучшение качества хлебобулочного изделия за счет повышения его пищевой ценности, улучшения органолептических и физико-химических показателей, а также увеличение срока хранения хлебобулочных изделий [1].

Наиболее существенным недостатком данного способа является подготовка семян томатов и томатных выжимок к использованию в виде белково-томатно-масляной пасты – она достаточно затратная, требует применения специального оборудования и продолжительная во времени.

Ученые Мичуринского ГАУ разработали способ приготовления бездрожжевого ржано-пшеничного хлеба с овощной пастой. Задачей разработки являлось улучшение химического состава хлеба по содержанию природных антиоксидантов (флавоноиды и каротиноиды), а также пектиновых веществ за счет использования овощной пасты, состоящей из пюре перца сладкого стручкового, капусты брокколи, а также порошка из шишек хмеля. Такой состав пасты позволил исключить из рецептуры хлебопекарные дрожжи, так как паста является дополнительным источником питательных веществ, в том числе сахаров, что эффективно сказывается на процессе брожения, от которого зависят структурно-механические показатели хлеба [10].

Очевидным недостатком технологии получения овощной пасты можно считать ее сложность и трудоемкость: аппаратно-технологическая схема по ее реализации включает технологическим операциями мойки, очистки, инспекции, резки, нагрее-

ва в СВЧ-установке, протирки и уваривания в вакуум-аппарате [10].

Экстрагирование растворимых веществ из растительного сырья – распространенный технологический процесс, реализуемый при производстве порошков, концентратов, экстрактов, настоек, других полуфабрикатов и готовых продуктов.

Универсальная технологическая линия по производству экстрактов из растительного сырья, разработанная учеными Тамбовского ГТУ включает несколько стадий производства экстрактов: промывка исходного сырья; измельчение сырья до заданной фракции; просушка измельченного сырья; импульсное воздействие на сырье (создание и сброс вакуума); добавление экстрагента в заданной пропорции; экстракция с целью извлечения полезных веществ; концентрирование экстракта путем его упаривания либо высушивание готового жидкого экстракта до порошкообразного состояния или геля [2].

Таким образом, приведенный материал свидетельствует о том, что практически все современные технологии получения обогатителей с целью максимального сохранения полезных свойств овощного сырья предполагают применение принципа сублимационной сушки с ее основным недостатком – длительный технологический процесс, громоздкое и дорогостоящее оборудование, высокие удельные энергозатраты.

Одним из эффективных способов повышение питательности ингредиентов, входящих в состав растительного сырья служит экструзионная технология. Процесс экструзии (от латинского *extrudo* – выталкивание, выдавливание), совмещающий термо-, гидро- и механохимическую обработку сырья с целью получения широкой гаммы полуфабрикатов и продуктов с новой структурой и свойствами, известен достаточно давно.

Реализация экструзионной технологии может быть осуществлена с помощью различного оборудования, среди которого основную группу составляют шнековые экструдеры.

Интерес к экструдерам такого типа связан в первую очередь с переработкой сырья растительного происхождения, в процессе которого с помощью относительно несложной по конструкции машины удастся осуществить весьма глубокие преобразования всех значимых составляющих такого сырья – крахмала, белка, пищевых волокон.

Основным недостатком, ограничивающим применение экструзионной технологии обработки овощного сырья, считается высокое содержание в нем воды в связи, с чем нативное сырье необходимо предварительно подсушить без нанесения ущерба его наиболее ценным ингредиентам. Между тем сушилки, отвечающие этим требованиям, имеют длительный и энергоемкий рабочий цикл, мало отличающийся от рабочего процесса аппаратов сублимационного типа.

В последние годы появились работы, свиде-

тельствующие о том, что если вакуумному воздействию подвергать экструдат сразу после его выхода из фильеры матрицы экструдера, то некоторые недостатки, присущие сублимационной сушке не только устраняется, но и превращается в преимущество. Аргументируется это тем, что экструдат при таком воздействии не требует нагревания (при выходе из фильеры он, как правило, имеет температуру выше 100°C), а требует интенсивного охлаждения, что соответствует технологическому процессу получения данного полуфабриката или готового продукта.

По мнению ученых Пензенского ГТУ, такое воздействие на экструдат «...приводит к возникновению дополнительной движущей силы – нерелаксируемому градиенту общего давления, в результате чего происходит бурное парообразование по всему объему высушиваемого материала, и формирующийся молярный поток выносит из материала вместе с паром и часть влаги в жидкой фазе. Таким образом, механизм термовакuumного воздействия на экструдат оказывается аналогичным механическому обезвоживанию посредством прессования или центрифугирования [5].

Такая экструзия получила название «термовакuumной» и может осуществляться при достаточно умеренной температуре, высоком содержании влаги в обрабатываемом сырье и более мягком механическом воздействии на него.

Регулируя величину барометрического давления, а значит и процесс парообразования, можно добиться и структурного видоизменения высушиваемого капиллярно-пористого тела, и частичного или полного его разрушения. В случае допустимости структурных видоизменений параметры сушки необходимо выбирать именно из таких соображений [5].

Наиболее показательным примером реализации изложенных выше соображений является запатентованный недавно в России способ произ-

водства хлебобучочных изделий, предусматривающий приготовление и брожение теста, его разделку, расстойку и выпечку тестовых заготовок, при этом в тесто добавляют экструдат. Экструдат получают путем совместной обработки в экструдере, оснащенном вакуумной камерой, смеси бобов вигны влажностью 44-47% и зерна пшеницы влажностью 14 % в соотношении 1:2 в течение 10-15 с при температуре 100-110°C с последующим воздействием на выходящий из матрицы экструдера продукт пониженным давлением, равным 0,07-0,08 МПа. При этом экструдат добавляют в количестве 15-20 % к массе пшеничной муки высшего сорта или первого сорта или их смеси в любом соотношении. Бобы вигны используют в стадии технической спелости и перед смешиванием с зерном пшеницы измельчают до частиц размером 2-3 см, а смесь бобов с пшеницей перед экструдированием выдерживают 1,0-1,5 часа. Изобретение позволяет улучшить качество хлеба за счет повышения его пищевой и биологической ценности [8].

Выводы

Как свидетельствуют работы, связанные с различными аспектами применения обогатителей из овощного сырья в технологиях хлеба и хлебобучочных изделий, термовакuumная экструзия выгодно отличается от рассмотренных в работе способов обработки овощного сырья с целью получения функциональных добавок. Термовакuumная экструзия может осуществляться при высоком содержании влаги, умеренной температуре и мягких условиях деформации обрабатываемого сырья. В конечном итоге это позволит снизить энергоемкость технологического процесса получения овощных обогатителей и повысить сохранность их термолабильных ингредиентов.

Литература

- [1] Вершинина, О.Л. Разработка технологии получения белковых и липидных продуктов отходов переработки томатов и применение их в хлебопечении: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.18.06, 05.18.01 / Вершинина Ольга Львовна. Краснодар, 1999. 23 с.
- [2] Гуськов, А.А. Технологическая линия по производству экстрактов из растительного сырья /А.А. Гуськов, Ю.В. Родионов, С.А. Анохин [и др.] //Аграрный научный журнал. 2019. №2. С. 82-85.
- [3] Запорожская, С.П. Совершенствование технологии криопорошков из растительного сырья /С.П. Запорожская, Г.И. Касьянов, О.В. Косенко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2020. № 2-3 (374-375). С. 45-49.
- [4] Касьянов, Г.И. Технологические особенности

References

- [1] Vershinina, O.L. Development of technology for the production of protein and lipid products of tomato processing waste and their use in baking: abstract. dis. ...Candidate of Technical Sciences: 05.18.06, 05.18.01 / Vershinina Olga Lvovna. Krasnodar, 1999. 23 p.
- [2] Guskov, A.A. Technological line for the production of extracts from vegetable raw materials /A.A. Guskov, Yu.V. Rodionov, S.A. Anokhin [et al.] //Agrarian Scientific Journal. 2019. No. 2. pp. 82-85.
- [3] Zaporozhskaya, S.P. Improving the technology of cryopowders from vegetable raw materials /S.P. Zaporozhskaya, G.I. Kasyanov, O.V. Kosenko [et al.] //News of universities. Food technology. 2020. No. 2-3 (374-375). pp. 45-49.
- [4] Kasyanov, G.I. Technological features of obtaining fruit and vegetable cryopowders /G.I. Kasyanov, I.S.

- получения плодовоовощных криопорошков /Г.И. Касьянов, И.С. Мостовой //Мичуринский агрономический вестник, № 4, 2023. – С. 19-22.
- [5] Курочкин, А.А. Термовакuumная экструзия как представитель нового технологического уклада в пищевых системах /А.А. Курочкин, О.А. Новикова, В.Ю. Юрьев //Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 1. С. 38-45.
- [6] Надыкта, В. Д. Технология порошкообразных пищевых добавок /В.Д. Надыкта, Е.В. Щербакова, Е.А. Ольховатов //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 131. С. 659-671.
- [7] Пат. 2761141 Российская Федерация, МПК7 F26B 5/06. Криосushка /заявитель и патентообладатель: С.А. Ермаков. – №2021104761/13; заявл. 24.02.2021; опубл. 06.12.2021, Бюл. № 34. 8 с.
- [8] Пат. 2 803770 Российская Федерация, МПК7 A21D 2/36. Способ производства хлеба /заявители: А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, М.О. Волошина [и др.]; патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – №2023114709; заявл. 05.06.2023; опубл. 19.09.2023, Бюл. №26. 7с.
- [9] Пат. 2808149 Российская Федерация МПК7 A21D 8/02, A21D 2/36. Способ производства хлебобулочных изделий /заявители: А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов [и др.]; патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – № 2023114711; заявл. 05.06.2023; опубл. 24.11.2023, Бюл. № 33. 6 с.
- [10] Перфилова, О.В. Инновационная технология фруктовой пасты и ее применение в хлебопечении /О.В. Перфилова, К.В. Брыксина, Е.П. Иванова [и др.] //Пищевая промышленность. 2022. № 10. С. 55-58.
- Mostovoy //Michurinsky Agronomic Bulletin, No. 4, 2023. pp. 19-22.
- [5] Kurochkin, A.A. Thermovacuum extrusion as a representative of a new technological order in food systems /A.A. Kurochkin, O.A. Novikova, V.Yu. Yuryev //Innovative equipment and technology. 2024. Vol. 11. No. 1. pp. 38-45.
- [6] Nadykta, V.D. Technology of powdered food additives /V.D. Nadykta, E.V. Shcherbakova, E.A. Olkhovaton // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 131. pp. 659-671.
- [7] Pat. 2761141 Russian Federation, MPK7 F26B 5/06. Cryosushka /applicant and patent holder: S.A. Ermakov. – No.2021104761/13; application. 02/24/2021; publ. 06.12.2021, Bul. No. 34. 8 p
- [8] Pat. 2803770 Russian Federation, MPK7 A21D 2/36. Method of bread production / applicants: A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, M.O. Voloshina [et al.]; patent holder of the Federal State Educational Institution of Penza State Technical University. – No.2023114709; application 05.06.2023; publ. 19.09.2023, Bul. No.26. 7 p.
- [9] Pat. 2808149 Russian Federation MPK7 A21D 8/02, A21D 2/36. Method of production of bakery products / applicants: A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, A.A. Blinokhvatov [and others .]; patent holder of the Federal State Educational Institution of Penza State Technical University. – No. 2023114711; application 05.06.2023; publ. 24.11.2023, Bul. No. 33.6 p.
- [10] Perfilova, O.V. Innovative technology of fruit paste and its application in baking /O.V. Perfilova, K.V. Bryksina, E.P. Ivanova [et al.] //Food industry. 2022. No. 10. pp. 55-58.

Сведения об авторах

Information about the authors

Новикова Ольга Анатольевна аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru	Novikova Olga Anatolievna upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru
Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru	Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor in the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Оценка содержания фенольных соединений и антиоксидантной способности трав

Поляков А.В., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье проведена оценка содержания фенольных соединений и антиоксидантной способности трав. Материалом для исследования послужили свежие травы: базилик душистый, мелисса лекарственная, майоран - орегано, розмарин и тимьян. Анализу подвергались как целые травы, так и их отдельные морфологические части (лист, стебель, ствол). Содержание полифенольных соединений определялось методом с применением реактива Folin-Ciocalteu, а результаты представлялись в виде GAE/г (эквивалент галловой кислоты). Антиоксидантные свойства исследуемых трав определялись спектрофотометрическим методом. Общее содержание полифенолов и антиоксидантная емкость определялись методом экстракции с использованием спирта и воды. Спиртовая экстракция оказала более благоприятное влияние на значительно более высокую концентрацию полифенольных соединений и более высокую антиоксидантную способность, чем водная экстракция. Антиоксидантная способность отдельных трав и их морфологических частей тесно коррелировала с содержанием полифенольных соединений. Наибольшая концентрация полифенолов и одновременно наибольшая антиоксидантная способность наблюдались в листьях трав и целых растениях, наименьшая - в стеблях и черешках. Среди исследованных свежих трав наибольшей концентрацией полифенолов характеризовался розмарин. В пересчете на сухое вещество значительно более высокая концентрация полифенольных соединений и одновременно наибольшая антиоксидантная способность были характерны для душицы и розмарина, затем для тимьяна и мелиссы, а наименьшая - для базилика душистого.

Ключевые слова: травы, антиоксидантная активность, полифенольные соединения.

Для цитирования: Поляков А.В., Фролов Д.И. Оценка содержания фенольных соединений и антиоксидантной способности трав // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 20–24.

Evaluation of the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of herbs

Polyakov A.V., Frolov D.I.

Abstract. The article assesses the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of herbs. The material for the study was fresh herbs: sweet basil, lemon balm, marjoram - oregano, rosemary and thyme. Both whole herbs and their individual morphological parts (leaf, stem, trunk) were analyzed. The content of polyphenolic compounds was determined using the Folin-Ciocalteu reagent, and the results were presented as GAE / g (gallic acid equivalent). Antioxidant properties of the studied herbs were determined spectrophotometrically. Total polyphenol content and antioxidant capacity were determined by extraction using alcohol and water. Alcohol extraction had a more favorable effect on significantly higher concentration of polyphenolic compounds and higher antioxidant capacity than water extraction. The antioxidant capacity of individual herbs and their morphological parts closely correlated with the content of polyphenolic compounds. The highest concentration of polyphenols and simultaneously the highest antioxidant capacity were observed in the leaves of herbs and whole plants, the lowest - in stems and petioles. Among the fresh herbs studied, rosemary was characterized by the highest concentration of polyphenols. In terms of dry matter, a significantly higher concentration of polyphenolic compounds and simultaneously the highest antioxidant capacity were characteristic of oregano and rosemary, then thyme and lemon balm, and the lowest - of sweet basil.

Keywords: herbs, antioxidant activity, polyphenolic compounds.

For citation: Polyakov A.V., Frolov D.I. Evaluation of the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of herbs. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 20–24. (In Russ.).

Введение

Травы являются ценным источником активных веществ, благотворно влияющих на организм человека [1]. К таким веществам относятся, среди прочего: флавоноиды, фенольные кислоты и их производные, дубильные вещества, эфирные масла, витамины или минералы [2]. Особое внимание уделяется антиоксидантным веществам, входящим в состав трав, благодаря чему некоторые из них могут использоваться в пищевых продуктах в качестве натуральных консервантов, предотвращая неблагоприятные окислительные процессы и, следовательно, продлевая срок их хранения [3, 4, 5]. Содержание активных веществ в травах может варьироваться, в частности, из-за видовой изменчивости растений, фазы их роста, страны происхождения и сезонной изменчивости окружающей среды [6, 7, 8].

Работа была направлена на сравнение антиоксидантной активности целых растений и отдельных морфологических частей (лист, стебель, ствол) выбранных свежих трав. Кроме того, было также отмечено общее содержание полифенольных соединений с использованием двух методов экстракции: спиртовой и водной.

Объекты и методы исследований

Материалом для исследования послужили свежие травы: базилик душистый, мелисса лекарственная, орегано, розмарин и тимьян. Определения проводились на материале из 3 разных партий и не менее чем в 3 повторениях. Исследовались как целые травы, так и их отдельные морфологические части (лист, черешок, стебель). Антиоксидантные свойства исследуемых трав анализировались спектрофотометрическим методом. Результаты были представлены в виде эквивалентной антиоксидантной емкости Тролокса, (моль Тролокса на 1 г свежей травы). Общее содержание полифенольных соединений определялось методом с применением реактива Folin-Ciocalteu, а результаты представлялись как GAE (эквивалент галловой кислоты, мг галловой кислоты на 1 г свежей травы). Антиоксидантная способность свежей травы и содержание полифенольных соединений анализировались для спиртовой и водной экстракции.

Содержание сухого вещества свежей травы, необходимое для расчета, определялось гравиметрическим методом.

Статистический анализ результатов проводился с использованием программного обеспечения Statistica 10. Результаты подвергались дисперсионному анализу при уровне значимости $p=0,05$.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлена антиоксидантная активность свежей зелени с учетом ее отдельных морфологических частей, определенная двумя метода-

ми: с использованием спирта и водная вытяжка. На рисунке 2 представлены эти данные, выраженные в расчете на сухое вещество определенной морфологической части. Почти во всех случаях значительно более высокие результаты были получены при использовании метода спиртовой экстракции. Эти значения были выше на более 100% по сравнению со значениями, полученными при использовании метода водной экстракции, (рисунок 1). Существенных различий между методами не наблюдалось только в случае некоторых морфологических частей (стебли и/или листья) с довольно низкой концентрацией полифенольных соединений.

Антиоксидантная способность отдельных морфологических частей трав сильно различалась. Наибольшая антиоксидантная способность, полученная при обоих способах экстракции, наблюдалась в свежих листьях душицы (от 69,1 амоль Тролокса/1 г - водная экстракция до 102,8 амоль Тролокса/1 г - спиртовая экстракция). Довольно высокие значения были характерны для свежих листьев розмарина

Таблица 1 - Антиоксидантная активность различных морфологических частей свежих лекарственных растений, определенная методом водно-спиртовой экстракции

Трава	Морфологическая часть травы	мкмоль Тролокса / 1 г свежей зелени		Разница (%)
		Водная вытяжка (В)	Экстракция спиртом (С)	
Базилик душистый	целая трава	9,8	13,7	39,8
	лист	17,2	19,5	13,4
	черешок	7,6	7,8	2,6
	корень	4,9	5,1	4,1
Мелисса лекарственная	целая трава	17,7	31,9	80,2
	лист	31,5	66,5	111,1
	черешок	8,8	12,6	43,2
	корень	5,7	9,4	64,9
Орегано (душица обыкновенная)	целая трава	50,8	73,6	44,9
	лист	69,1	102,8	48,8
	черешок	33,6	41,8	24,4
	корень	16,1	17,2	6,8
Тимьян обыкновенный	целая трава	32,3	37,7	16,7
	лист	37,2	52,3	40,6
	черешок	37,1	36,3	-2,2
	корень	25,8	33,8	31
Розмарин	целая трава	40,8	81,1	98,8
	лист	60,5	86,4	42,8
	корень	30,2	34,3	13,6

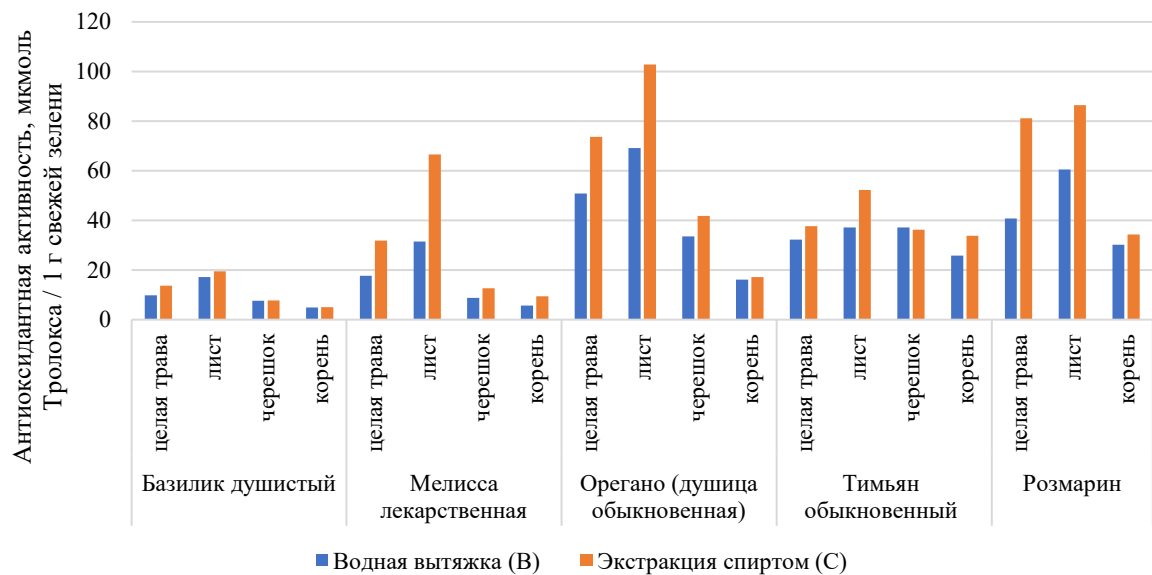


Рис. 1. Сравнение антиоксидантной способности лекарственных растений в зависимости от вида растения, их морфологических частей и метода экстракции

Таблица 2 - Содержание полифенольных соединений в различных морфологических частях свежих лекарственных растений, выделенных методом водной и спиртовой экстракции

Трава	Морфологическая часть травы	ГЭ (мг/1 г свежей зелени)		Разница (%)
		Водная вытяжка (В)	Экстракция спиртом (С)	
Бasilик душистый	целая трава	0,07	0,11	57,1
	лист	0,09	0,14	55,6
	черешок	0,07	0,07	0
	корень	0,06	0,06	0
Мелисса лекарственная	целая трава	0,1	0,31	210
	лист	0,19	0,51	168,4
	черешок	0,04	0,1	150
	корень	0,03	0,08	166,7
Орегано (душица обыкновенная)	целая трава	0,31	0,35	12,9
	лист	0,29	0,57	96,6
	черешок	0,17	0,19	11,8
	корень	0,08	0,1	25
Тимьян обыкновенный	целая трава	0,2	0,35	75
	лист	0,18	0,27	50
	черешок	0,18	0,28	55,6
	корень	0,11	0,15	36,4
Розмарин	целая трава	0,28	0,57	103,6
	лист	0,31	0,69	122,6
	корень	0,24	0,38	58,3

(соответственно 60,5-86,4 амоль Тролокса/1 г) и мелиссы (соответственно 31,5-66,5 амоль Тролокса/1 г). Наименьшая антиоксидантная способность была характерна для базилика душистого (17,2 амоль Тролокса/1 г листьев и 4,9-5,1 амоль Тролокса/1 г стеблей), а также стеблей и стеблей мелиссы (соответственно 8,8 и 5,7 амоль Тролокса/1 г).

Среди исследованных трав антиоксидантная активность свежего розмарина и орегано была значительно выше, чем у остальных трав, т.е. примерно на 27–30 % выше, чем у тимьяна, на 55–57 % выше, чем у мелиссы и на 76–78 % выше, чем у базилика душистого (рисунок 1, таблица 1).

Проведенный дисперсионный анализ показал, что независимо от вида травы и метода анализа, самая высокая антиоксидантная активность наблюдалась в листьях (примерно на 25% выше активности, характерной для всего растения), а самая низкая - в стеблях. Черешки листьев, по сравнению с листьями, показали в среднем на 48% более низкую антиоксидантную активность, тогда как стебли по отношению к листьям более чем на 60% (рисунок 1, таблица 1). Аналогичные взаимозависимости наблюдались в случае отдельных морфологических частей трав, когда результаты были выражены в расчете на содержание сухого вещества.

Антиоксидантная способность лекарственных растений связана с содержанием полифенольных веществ. Количество извлеченных полифенольных соединений из исследованных лекарственных растений зависело от вида растворителя. Во всех растениях при спиртовой экстракции получено более чем в два раза большее содержание этих соединений, чем при водной экстракции (таблица 2, рисунок 2).

Наблюдалось высокое разнообразие содержания полифенольных соединений в отдельных морфологических частях исследованных трав (таблица 2). Наибольшая концентрация полифенольных сое-

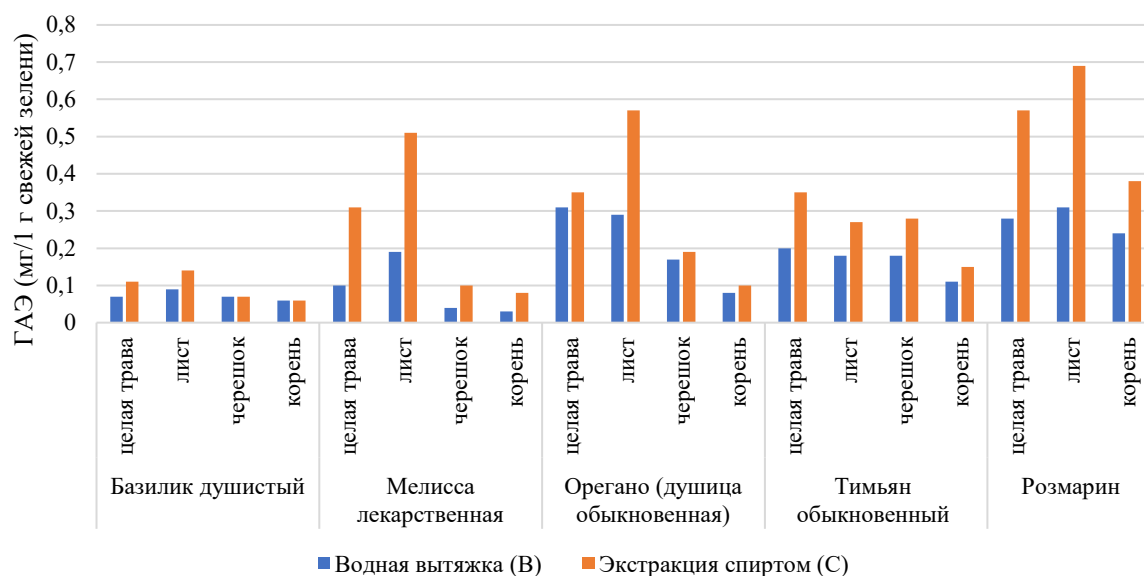


Рис. 2. Сравнение содержания полифенольных соединений в свежих лекарственных растениях, выраженных в галловой кислоте, в зависимости от морфологической части растения и используемого метода экстракции

динений наблюдалась в листьях, затем во всем растении, черешках и стеблях. Наибольшие различия в содержании полифенольных соединений в листьях, черешках и стеблях были обнаружены у мелиссы и душицы (таблица 2, рисунок 2).

Дисперсионный анализ позволил сделать вывод, что независимо от вида травы и метода анализа, наибольшее содержание полифенольных соединений обнаружено в листьях (примерно на 17-18% больше, чем во всем растении), а наименьшее - в стеблях. Черешки листьев по отношению к листьям содержали примерно на 43% меньше соединений, тогда как стебли по отношению к листьям примерно на 60% (рисунок 1). Аналогичные взаимозависимости были получены для антиоксидантной способности отдельных морфологических частей трав (рисунок 2).

Дисперсионный анализ также позволил сделать вывод, что среди исследованных свежих трав больше всего полифенольных соединений содержал розмарин. Эта пряность содержала на 35-45% больше полифенольных соединений, чем орегано и тимьян, примерно на 58% больше, чем мелисса и примерно на 80% больше, чем базилик (рисунок 2, таблица 2).

Статистический анализ результатов, полученных в данной работе, показал, что общее содержание полифенольных соединений в исследуемых травах положительно коррелировало с антиоксидантной активностью при обоих примененных методах извлечения активных соединений из исследуемых трав.

Уравнения регрессии, выражающие корреляцию между содержанием полифенолов в травах и их антиоксидантной способностью:

Водный экстракт: $Y=197,9x-3,13$; $R^2=0,92$

Спиртовой экстракт: $Y=165,8x-8,29$; $R^2=0,78$

В данной работе доказано, что в случае каждо-

го из исследованных лекарственных растений спиртовая экстракция благоприятно повлияла на получение более высокого содержания полифенольных соединений и, следовательно, более высокой антиоксидантной способности этих лекарственных растений. Это свидетельствует о более высокой эффективности экстракции из этих лекарственных растений соединений антиоксидантного характера с использованием спирта.

Выводы

Содержание полифенольных соединений и антиоксидантная способность лекарственных растений различается в зависимости от способа экстракции. Использование спиртовой экстракции позволяет достичь значительно более высокой концентрации полифенольных соединений и, следовательно, антиоксидантной способности, по сравнению со значениями, полученными при водной экстракции. Антиоксидантная способность отдельных морфологических частей травяных растений тесно связана с содержанием полифенольных соединений. Наибольшая антиоксидантная способность и одновременно самая высокая концентрация полифенольных соединений зафиксированы в листьях трав и целых растениях, а наименьшая — в стеблях и черешках листьев. Сравнивая антиоксидантную способность и содержание полифенольных соединений в свежей зелени, самые высокие значения были обнаружены у розмарина, затем у орегано и тимьяна. Самая низкая антиоксидантная способность и одновременно самое низкое содержание полифенольных соединений характерны для свежего базилика.

Литература

- [1] Егори́кова К. Ж., Иванова Т. Н. Лечебно-профилактические свойства растительного сырья, используемого для напитков // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг. – 2019. – С. 211-214.
- [2] Аби́ласан А. О., Смагу́лова М. Е. Разработка технологии и рецептуры кисломолочного напитка с добавлением растительного экстракта // Технологии и продукты здорового питания. – 2021. – С. 12-17.
- [3] Чуева В. Д., Алешина Е. С., Дроздова Е. А. Антибактериальные и антиоксидантные свойства экстрактов водного состава лекарственных растений как основа для создания добавок к пищевым продуктам питания // Проблемы экологии южного Урала. – 2021. – С. 233-235.
- [4] Казеева А. Р. и др. Сравнительная оценка антиоксидантной активности корневищ с корнями и травы кровохлебки лекарственной // Медицинский вестник Башкортостана. – 2015. – Т. 10. – №. 4 (58). – С. 75-78.
- [5] Чехани Н. Р. и др. Антиоксидантная активность растений, используемых в этномедицине Тувы // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2012. – №. 6. – С. 66-69.
- [6] Сайбель О. Л. и др. Оценка антиоксидантной активности травы цикория обыкновенного (*Cichorium Intybus* L.) // Acta Biomedica Scientifica. – 2017. – Т. 2. – №. 2 (114). – С. 85-88.
- [7] Li Y. et al. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants // Plant physiology and biochemistry. – 2020. – Т. 148. – С. 80-89.
- [8] Pant P., Pandey S., Dall'Acqua S. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review // Chemistry & Biodiversity. – 2021. – Т. 18. – №. 11. – С. e2100345.

References

- [1] Egorikova K. Zh., Ivanova T. N. Therapeutic and prophylactic properties of plant materials used for beverages // Consumer market: quality and safety of goods and services. - 2019. - P. 211-214.
- [2] Abilasan A. O., Smagulova M. E. Development of technology and formulation of a fermented milk drink with the addition of plant extract // Technologies and healthy food products. - 2021. - P. 12-17.
- [3] Chueva V. D., Aleshina E. S., Drozdova E. A. Antibacterial and antioxidant properties of aqueous extracts of medicinal plants as a basis for creating food additives // Problems of ecology of the Southern Urals. - 2021. - P. 233-235.
- [4] Kazeeva A. R. et al. Comparative assessment of antioxidant activity of rhizomes with roots and herb of common burnet // Medical Bulletin of Bashkortostan. - 2015. - Vol. 10. - No. 4 (58). - P. 75-78.
- [5] Chekhani N. R. et al. Antioxidant activity of plants used in ethnomedicine of Tuva // Bulletin of the Russian State Medical University. - 2012. - No. 6. - P. 66-69.
- [6] Saibel O. L. et al. Assessment of antioxidant activity of common chicory herb (*Cichorium Intybus* L.) // Acta Biomedica Scientifica. - 2017. - Vol. 2. - No. 2 (114). - P. 85-88.
- [7] Li Y. et al. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants // Plant physiology and biochemistry. – 2020. – Т. 148. – P. 80-89.
- [8] Pant P., Pandey S., Dall'Acqua S. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review // Chemistry & Biodiversity. – 2021. – Т. 18. – No. 11. – P. e2100345.

Сведения об авторах

Information about the authors

Поляков Александр Викторович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru	Polyakov Alexander Viktorovich upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru
Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru	Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru

Влияние водной активности на структуру и характеристики хлебцев

Симаков Д.Г., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье исследуется влияние активности воды на структуру и механические свойства ржаных хрустящих хлебцев и хлебцев с клетчаткой, содержащих цельнозерновую ржаную муку, пшеничные отруби, овсяную муку и семена кунжута. Хлебцы хранились при активности воды в диапазоне 0-0,75. Механические свойства измерялись с помощью испытаний на трехточечный изгиб. Активность воды существенно влияла на механические свойства хрустящих хлебцев. Увеличение активности воды вызывало увеличение напряжения разрушения при активности воды в диапазоне от 0,030 до 0,255 для ржаных хлебцев и при 0,039-0,319 для хлебцев с клетчаткой. Увеличение активности воды выше этих значений вызывало размягчение и резкое снижение модуля деформации и напряжения разрушения. Ржаные хлебцы имели меньшую устойчивость к деформации, чем хлебцы с клетчаткой, вероятно, из-за различий в составе, а добавленные зерновые ингредиенты давали более неоднородную структуру.

Ключевые слова: хлебцы, механические свойства, активность воды, структура.

Для цитирования: Симаков Д.Г., Фролов Д.И. Влияние водной активности на структуру и характеристики хлебцев // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 25–30.

Effect of water activity on the structure and characteristics of rye and fibrous crispbreads

Simakov D.G., Frolov D.I.

Abstract. The paper investigates the effect of water activity on the structure and mechanical properties of rye crispbreads and fiber crispbreads containing whole grain rye flour, wheat bran, oat flour and sesame seeds. The crispbreads were stored at water activities in the range of 0-0.75. The mechanical properties were measured using three-point bending tests. Water activity significantly affected the mechanical properties of the crispbreads. An increase in water activity caused an increase in the failure stress at water activities in the range of 0.030 to 0.255 for rye crispbreads and at 0.039-0.319 for fiber crispbreads. An increase in water activity above these values caused softening and a sharp decrease in the deformation modulus and failure stress. Rye crispbreads had lower deformation resistance than fiber crispbreads, probably due to differences in composition, and the added grain ingredients produced a more heterogeneous structure.

Keywords: crispbreads, mechanical properties, water activity, structure.

For citation: Simakov D.G., Frolov D.I. Effect of water activity on the structure and characteristics of rye and fibrous crispbreads. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 25–30. (In Russ.).

Введение

Цельнозерновые продукты, такие как цельнозерновой хлеб, хрустящие хлебцы, хлопья для завтрака и воздушные цельнозерновые продукты, являются важными источниками питательных веществ, которых не хватает в рационе, включая пищевые волокна, резистентный крахмал, микроэлементы, некоторые витамины и другие компоненты. Цельнозерновые волокна считаются значимым

фактором, способствующим снижению риска таких заболеваний, как диабет, сердечно-сосудистые заболевания и некоторые виды рака [2, 3, 4]. Несмотря на растущий интерес к цельнозерновым продуктам, текстура как наиболее важный сенсорный атрибут остается приоритетным критерием выбора потребителя.

Текстура в основном связана с физическими и особенно механическими свойствами пищевых продуктов [5, 6]. Большинство сухих хрустящих/

хрустящих пищевых продуктов имеют пористую структуру, состоящую из ячеек, окружённых тонкими стенками твердого материала, окружающих воздушные ячейки. Механические и конечные свойства этих ячеистых твердых тел зависят от состава и однородности материалов, а также от количества и структуры пор. Неоднородность внутренней структуры и поверхностных характеристик хрупких и хрустящих пищевых продуктов приводит к очень сложному механизму разрушения, который включает повторяющуюся деформацию и разрушение последующих слоев в ячеистой структуре. Механические свойства и структура ячеистых твердых пищевых продуктов приводят к нерегулярной и нестабильной зависимости между усилием и деформацией. Сухие хлебобулочные и экструдированные продукты на основе злаков, такие как хрустящие хлебцы, вафли, крекеры, гигроскопичны из-за своего химического состава, пористости и наличия крахмала в аморфном состоянии. Если влажность этих хрустящих продуктов увеличивается из-за сорбции воды из атмосферы или переноса массы из соседних компонентов, это приводит к сырой, мягкой текстуре. Хрусткость связана с приятным текстурным контактом и со свежестью и хорошим качеством зернового продукта с низким содержанием влаги. Ее потеря, вызванная повышенной влажностью материала, является основной причиной неудовлетворительного вкуса для потребителя.

Вода является компонентом пищи, который влияет на стабильность, качество и физические свойства пищи [7]. В твердых продуктах вода влияет на их реакцию на силу. Увеличение содержания воды может привести к пластифицирующим или антипластифицирующим эффектам. Пластификация полимерных цепей облегчает деформацию, и хрупкий материал становится пластичным и теряет хрусткость.

Влияние активности воды на хрусткость клеточных продуктов изучалось многими авторами. Так соленые крекеры, попкорн и жареные картофельные чипсы теряли хрусткость, когда их активность воды превышала 0,35–0,50 в зависимости от продукта. Небольшое снижение хрусткости сухих завтраков происходило при активности воды меньше 0,5. После этого наблюдалось быстрое снижение хрусткости до 0,8, при котором продукт полностью терял свою хрупкость.

Адсорбированная вода вызывает увеличение механического сопротивления материала и снижает его хрупкость. Напряжение разрушения плоского пшеничного и ржаного хлеба увеличивалось по мере адсорбции влаги и достигало пика при активности воды 0,5–0,6. Выпеченные и экструдированные зерновые продукты, как правило, находятся в стеклообразном состоянии, поскольку приготовление пищи сопровождается исчезновением большинства кристаллических структур нативного крахмала. Зерновые продукты, хранящиеся выше температуры стеклования, претерпевают измене-

ния, которые проявляются, среди прочего, в изменении их механических свойств. Клеточные продукты могут загустевать, а их механическая прочность может увеличиваться.

Механические свойства и поведение при разрушении хрустящих пищевых продуктов сильно зависят от их структуры. Микроскопия может предоставить информацию о структуре клеточного материала. Наиболее часто используемый метод определения структуры хлеба основан на световой микроскопии. Форма и размер газовых ячеек являются важным показателем качества клеточных структур хлебного мякиша.

На текстуру клеточных пищевых продуктов влияет множество факторов. Более того, знание этих параметров важно для определения реальных свойств материала, а также для прогнозирования поведения продуктов во время хранения. Экструдированные и выпеченные зерновые продукты очень популярны. Их главная привлекательность для потребителей, помимо их питательных преимуществ, заключается в их хрустящей текстуре. Потеря хрусткости в пищевых продуктах может быть вызвана увеличением влажности из-за сорбции воды во время хранения сухого хрустящего хлеба.

Целью данной работы было получение лучшего понимания взаимосвязи между активностью воды хрустящего хлеба и его механическими свойствами и структурой. Характеристики влияния активности воды на механические параметры и структуру могут быть использованы для прогнозирования срока годности и качества хрустящих хлебцев.

Объекты и методы исследования

Цельнозерновые ржаные хрустящие хлебцы и хрустящие хлебцы с волокнами из цельнозерновой ржаной муки, пшеничных отрубей и семенами кунжута были куплены в магазине. Типичные хрустящие хлебцы прямоугольной формы имели размер 111 x 60 мм и толщину 4 мм. Образцы были уравновешены над насыщенными растворами солей в эксикаторах до активности воды в диапазоне от 0 до 0,75 при 25°C. Активность воды измерялась с точностью $\pm 0,001$ после 49 дней хранения, в то время как содержание воды в образцах измерялось путем высушивания.

Механические свойства исследуемых хлебов измерялись с помощью испытания на изгиб при трехточечной нагрузке. Образцы помещались на два поддерживающих параллельных стержня, расположенных на расстоянии 50 мм друг от друга. Данные о силе и деформации регистрировались, анализировались и рассчитывались некоторые механические показатели.

Напряжение разрушения при рассчитывалось по уравнению:

$$\sigma_r = \frac{3FL}{2bt^2} \quad (1)$$

где: L - расстояние между опорами;

F - разрушающее усилие;
b - ширина образца;
t - толщина образца.

Модуль деформации E_B рассчитывался следующим образом:

$$E_B = \left(\frac{dF}{d\delta} \right) \cdot \left(\frac{L^3}{4bt^3} \right) \quad (2)$$

где $\frac{dF}{d\delta}$ - начальный наклон кривой сила-деформация.

Деформация разрушения ε_f рассчитывалась по следующему уравнению:

$$\varepsilon_f = \frac{6\delta_{\max}t}{L^2} \quad (3)$$

где: $\delta_{\max}$ - деформация при разрушении.

Работа разрушения рассчитывалась как площадь под кривой изгиба: сила - деформация.

Результаты и их обсуждение

В большинстве литературных источников, описывающих влияние активности воды на текстурные свойства, было замечено, что образцы, хранящиеся над растворами солей, которые обеспечивают относительную влажность воздуха, достигают равновесия влажности в течение определенного периода времени, обычно от 1 до 3 недель. Ржаные и хрустящие хлебцы с клетчаткой, помещенные в эксикаторы, имели активность воды в диапазоне от 0,03 до 0,61. Однако образцы не достигли своей конкретной предполагаемой активности воды после 49 дней хранения. Значительная разница в активности воды между значениями, полученными для продукта и окружающей среды в эксикаторах, была очевидна при высокой относительной влажности. Активность воды и содержание влаги в образцах измерялись сразу после извлечения их из упаковки. Как указано в Таблице 2, активность воды ржаного и волокнистого хлеба были очень похожи, но образцы показали различия в содержании воды. Это вероятно было связано с химическим составом хлеба. Хлебцы с клетчаткой содержали цельные семена кунжута и овсяную муку, особенно в поверхностном слое хлеба. Более неоднородная структура волокнистого хрустящего хлеба, чем у ржаного хрустящего хлеба, могла повлиять на его механические свойства. Более высокие значения напряжения разрушения и модуль деформации наблюдались для хрустящего хлеба с волокнами, но различия не были статистически значимыми.

Влияние активности воды на изгиб-ломкость ржаного хрустящего хлеба показано на рисунке 1. Он показывает силу в зависимости от деформации

для активности воды 0,03, 0,255, 0,453 и 0,61. Из кривых видно, что хрупкое поведение, наблюдаемое для хрустящего хлеба при низкой активности воды, характеризовалось несколькими пиками. В ржаном хрустящем хлебе увеличение активности воды с 0,030 до 0,453 привело к 2-кратному увеличению деформации, при которой образец сломался. Увеличение активности воды сгладило кривые изгиба, что указывало на то, что произошло меньше событий микроразрыва. Увеличение активности воды выше 0,4 уменьшило разрывное усилие и увеличило деформацию при разрыве.

Механические свойства хрустящего хлеба с волокнами были аналогичны свойствам ржаного хрустящего хлеба. Увеличение силы и деформации, при которых произошел разрыв, было результатом увеличения активности воды. Хотя форма кривых и общая тенденция к сглаживанию кривых были аналогичны ранее описанным для ржаного хлеба, пластическое поведение хрустящего хлеба с волокнами происходило при более высокой активности воды, чем у ржаного хлеба. Уменьшение силы разрыва с ростом активности воды наблюдалось выше активности воды 0,3 для хрустящего хлеба с волокнами.

Напряжение разрушения как функция активности воды для ржаного и волокнистого хрустящего хлеба показано на рисунке 2. Напряжение разрушения волокнистого и ржаного хрустящего хлеба было тесно связано с активностью воды. При низкой активности воды увеличение активности воды приводило к более высокому напряжению разрушения. Напряжение разрушения в целом описывает

Таблица 1 - Характеристики хрустящего хлеба, уравновешенного по различной активности воды

Вид хлеба	Актив-ность воды в эксика-торе	Актив-ность воды в хрустящих хлебцах	Содержа-ние воды в хрустящих хлебцах	Работа разру-шения хрустяще-го хлеба
	0	0,03	1,62	3,54
	0,225	0,255	5,69	5,54
	0,328	0,312	6,03	5,78
Ржаной	0,432	0,38	7,32	6,01
	0,529	0,453	8,53	5,51
	0,648	0,531	10,44	5,44
	0,753	0,612	11,94	5,6
	0	0,039	2,14	4,04
	0,225	0,237	5,22	4,67
	0,328	0,319	6,16	8,5
С клетчат-кой	0,432	0,399	6,7	6,48
	0,529	0,389	8,03	5,8
	0,648	0,525	10,05	6,11
	0,753	0,56	10,85	8

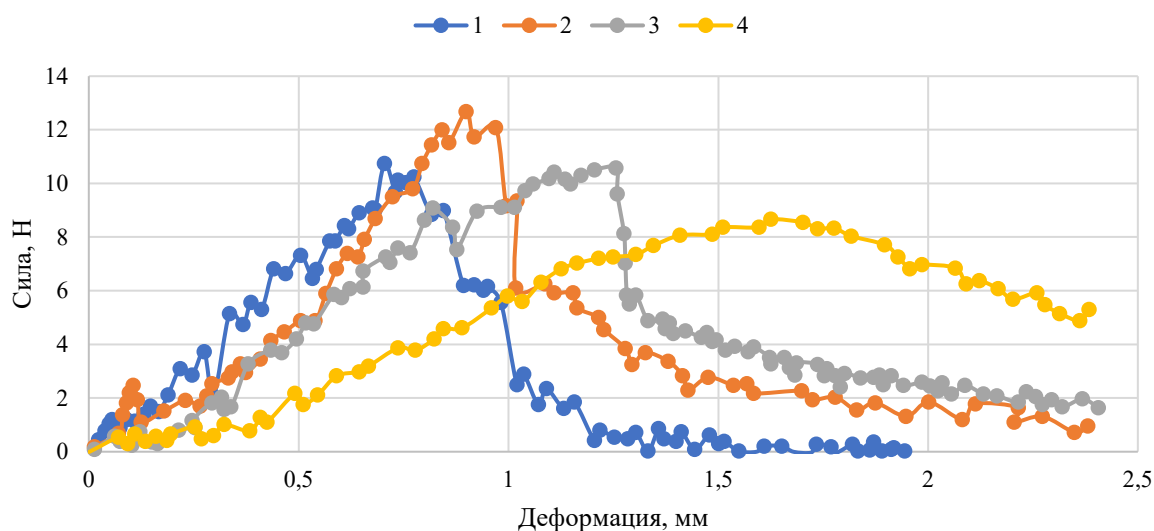


Рис. 1. Кривые разрушения ржаного хрустящего хлеба при различной активности воды

прочность на разрыв продуктов. Таким образом, прочность на разрыв была наибольшей при критической активности воды, т. е. 0,255 для ржаного хлеба и при 0,319 для волокнистого хлеба. После этих значений образцы становились более деформируемыми и пластичными, и чем выше содержание воды, тем ниже наблюдались значения напряжения разрушения.

Адсорбция воды привела к упрочнению исследуемых материалов и снижению их хрупкости. Увеличение прочности вместе с увеличением активности воды было объяснено другими исследованиями как результат частичной пластификации материала стенки воздушной ячейки, что увеличивает сцепление структуры, а следовательно, и твердость. Упрочнение экструдированного хрустящего хлеба в диапазоне содержания воды от 9 до 11% также наблюдалось в исследованиях ученых [1]. Эти авторы предположили, что механическое поведение экструдированного хлеба зависит от ближней струк-

турной реорганизации, вызванной повышенной молекулярной подвижностью. Изменения крахмала и механическое поведение плоского хрустящего хлеба были результатом процесса экструзии. В нашей работе исследуемые хрустящие хлебцы были получены путем выпечки теста, состоящего из смеси муки и воды с небольшим количеством соли, и некоторых других ингредиентов. Поэтому уровень критической активности воды, после которого продукты теряют прочность, был установлен на уровне 0,255 для ржаного и 0,319 для хрустящего хлеба с волокнами. Активность воды выше этих значений влияла на текстуру хрустящего хлеба, размягчая матрицу крахмала/белка. Хлеб с волокнами также изготавливался из ржаной муки, но добавленные семена кунжута и овсяная мука изменяли прочность материала. Напряжение разрушения при критической активности воды для хрустящего хлеба с волокнами было примерно на 12% выше, чем для ржаного продукта.

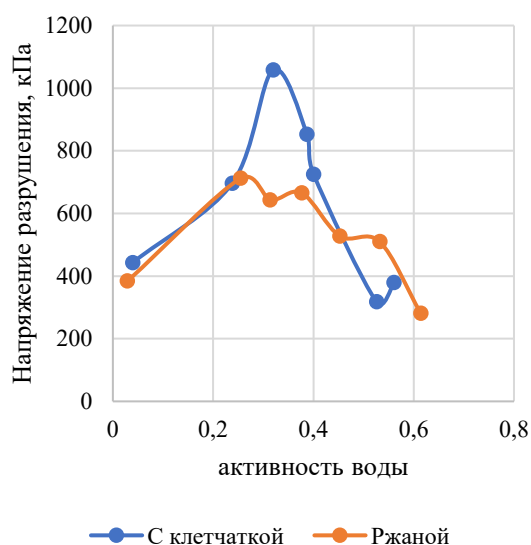


Рис. 2. Напряжение разрушения как функция активности воды в хрустящем хлебе

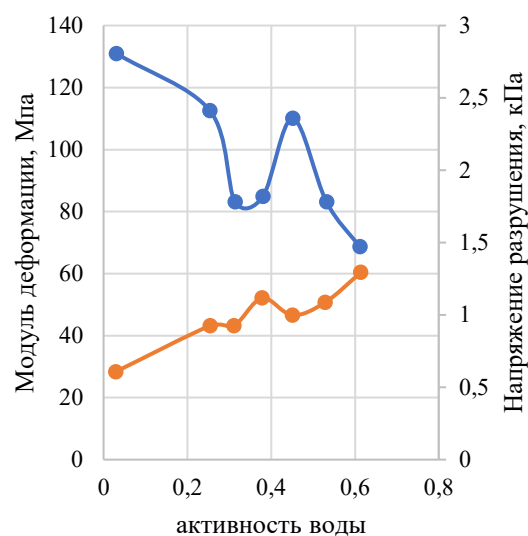


Рис. 3. Влияние активности воды на модуль деформации и деформацию разрушения ржаных хлебцев

Таблица 2 - Механические свойства хрустящих хлебцев, определенные непосредственно на образце

Вид хлеба	Водная активность	Содержание воды	Напряжение разрушения	Работа разрушения	Модуль деформации	Деформация разрушения
Ржаной	0,274	6,36	1032,8	7,51	95,5	1,04
С клетчаткой	0,28	8,03	1069,5	7,21	100,6	0,92

Влияние активности воды на модуль деформации и деформацию разрушения ржаного и волокнистого хлеба представлено на рисунках 3 и 4. Рисунок 3 показывает, что для ржаного хлеба зависимости между модулем деформации, деформацией разрушения и активностью воды были линейными. Модуль деформации ржаного хлеба уменьшался по мере увеличения активности воды. Адсорбированная вода влияла на потерю жесткости и хрупкости образцов.

Небольшие деформации разрушения образцов при низкой активности воды характеризовались начальным упругим поведением при разрушении. Увеличение деформации разрушения отражало пластификацию хрустящего хлеба водой. Чем выше активность воды, тем более пластичным был материал. От активности воды 0,039 модуль деформации и деформация разрушения волокнистого хлеба оставались постоянными до активности воды 0,237. Выше этой активности воды наблюдалось уменьшение значений модуля деформации и постепенное увеличение деформации разрушения в результате увеличения активности воды. Материал, имеющий активность воды в диапазоне от 0 до 0,65, был подвергнут количественному описательному анализу. Связь между большинством кинестетических атрибутов и активностью воды оставалась постоянной в диапазоне активности воды 0,198-0,308. Увеличение активности воды выше 0,31 вызывало постепенное снижение общего качества и увеличение

пластичности, которая описывала уровень пластичности при первом укусе.

Общая тенденция изменения работы при изменении активности воды не была последовательной. Увеличение активности воды хрустящих хлебцев вызывало увеличение работы разрушения, и работа достигала максимального значения при активности воды 0,432 для ржаных хрустящих хлебцев и при 0,328 для волокнистого хлеба, а затем значения работы менялись.

Активность воды является важным фактором, влияющим на механическое поведение хрупких пищевых продуктов. Предполагается, что адсорбированная вода действует как смазка при высокой активности воды и снижает трение между поверхностями, что приводит к низкой прочности. Это можно объяснить различиями в микроструктуре исследуемых продуктов и составе хлеба.

Выводы

Изменения активности воды были ответственны за механические свойства ржаных и волокнистых хрустящих хлебцев. Повышение активности воды вызвало увеличение напряжения разрушения при активности воды в диапазоне от 0,030 до 0,255 для ржаного хлеба и от 0,039 до 0,319 для волокнистого хлеба. Упрочнение образцов, вероятно, было связано со структурными перестройками биополимеров, и адсорбированная вода, по-видимому, индуцировала новую матрицу белков и углеводов. Кажется, что различия в структуре хрустящих хлебцев могут играть важную роль в формировании более твердой текстуры. Увеличение активности воды выше этих критических значений вызывало размягчение и текучесть хрустящих хлебцев. Уменьшение модуля деформируемости, сопровождающееся увеличением деформации разрушения, объяснялось увеличением влажности, вызывающим структурную деградацию. Высокая активность воды повлияла на более пластичное поведение образцов и потерю хрупкости. При высоком содержании воды текстура становилась мягкой и резиновой. Ржаной хлеб имел меньшую устойчивость к деформации, чем волокнистый хлеб, вероятно, из-за различий в составе, поскольку добавленные зерновые ингредиенты давали более неоднородную структуру.

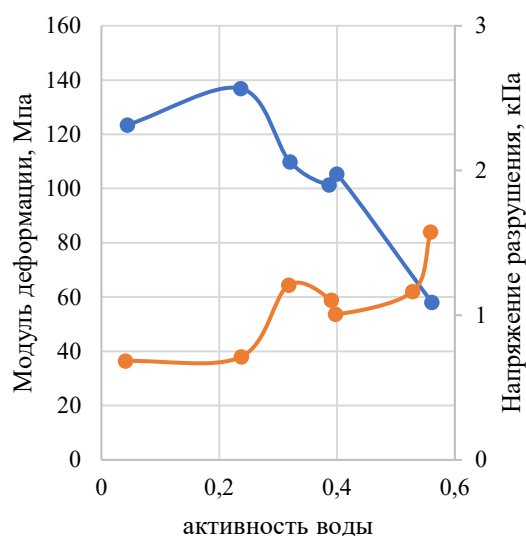


Рис. 4. Влияние активности воды на модуль деформации и деформацию разрушения хлебцев с клетчаткой

Литература

- [1] Marzec A., Lewicki P. P. Antiplasticization of cereal-based products by water. Part I. Extruded flat bread // Journal of Food Engineering. – 2006. – Т. 73. – №. 1. – С. 1-8.
- [2] Ладик Е. А., Шипилов И. В., Воронин В. Н. Хронические неинфекционные заболевания и факторы их развития // Вопросы диетологии. – 2019. – Т. 9. – №. 4. – С. 24-36.
- [3] Пырьева Е. А., Сафронова А. И. Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88. – №. 6. – С. 5-11.
- [4] Драпкина О. М. и др. Алиментарно-зависимые факторы риска хронических неинфекционных заболеваний и привычки питания: диетологическая коррекция в рамках профилактического консультирования. Методические рекомендации // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20. – №. 5. – С. 273-334.
- [5] Лазарев А. А., Кузнецова Т. Г. Отечественные и зарубежные подходы при описании и оценке консистенции и текстуры мясной продукции // Все о мясе. – 2019. – №. 5. – С. 19-23.
- [6] Барсукова Н. В., Решетников Д. А., Красильников В. Н. Пищевая инженерия: технологии безглютеновых мучных изделий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2011. – №. 1. – С. 51-60.
- [7] Тарасова В. В. Применение физиологически функциональных ингредиентов в производстве хлебобулочных изделий // Пищевая промышленность. – 2014. – №. 3. – С. 34-40.

References

- [1] Marzec A., Lewicki P. P. Antiplasticization of cereal-based products by water. Part I. Extruded flat bread // Journal of Food Engineering. - 2006. - Vol. 73. - No. 1. - P. 1-8.
- [2] Ladik E. A., Shipilov I. V., Voronin V. N. Chronic non-infectious diseases and factors of their development // Questions of Dietology. - 2019. - Vol. 9. - No. 4. - P. 24-36.
- [3] Pyryeva E. A., Safronova A. I. The role and place of dietary fiber in the structure of population nutrition // Questions of Nutrition. - 2019. - Vol. 88. - No. 6. - P. 5-11.
- [4] Drapkina O. M. et al. Alimentary-dependent risk factors for chronic non-communicable diseases and eating habits: dietary correction as part of preventive counseling. Guidelines // Cardiovascular therapy and prevention. - 2021. - Vol. 20. - No. 5. - P. 273-334.
- [5] Lazarev A. A., Kuznetsova T. G. Domestic and foreign approaches to the description and assessment of the consistency and texture of meat products // All about meat. - 2019. - No. 5. - P. 19-23.
- [6] Barsukova N. V., Reshetnikov D. A., Krasilnikov V. N. Food engineering: technologies of gluten-free flour products // Scientific journal of NRU ITMO. Series «Processes and equipment of food production». – 2011. – No. 1. – P. 51-60.
- [7] Tarasova V. V. Application of physiologically functional ingredients in the production of bakery products // Food industry. – 2014. – No. 3. – P. 34-40.

Сведения об авторах

Information about the authors

Симаков Данил Геннадьевич аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru	Simakov Danil Gennadievich upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru
Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru	Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 664.769

Влияние конструктивных параметров матрицы экструдера на энергопотребление и показатели качества кукурузно-гречневого экструдата

Аширов Р.Р., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния диаметра отверстия фильеры экструдера на энергозатраты и показатели качества экструдата: коэффициент объемного расширения, индекс водопоглощения и индекс растворимости в воде. Смесь кукурузной и гречневой крупы экструдировали на одношнековом экструдере ЭК-40, оснащенный двумя сменными матрицами с различными выходными отверстиями: 12 и 14 мм. Содержание гречневой крупы в смеси регулировали: 15, 30, 45, 60 и 100%. Установлено, что уменьшение диаметра отверстия фильеры приводит к увеличению удельных энергозатрат процесса, а также к улучшению качественных показателей экструдата (степень расширения, индекс водопоглощения и индекс растворимости в воде), возможно, за счет увеличения времени пребывания сырья внутри экструдера и лучшего перемешивания внутри машины.

Ключевые слова: экструдер, отверстие, фильера, гречиха, кукуруза.

Для цитирования: Аширов Р.Р., Фролов Д.И. Влияние конструктивных параметров матрицы экструдера на энергопотребление и показатели качества кукурузно-гречневого экструдата // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 31–35.

Influence of design parameters of the extruder matrix on energy consumption and quality indicators of corn-buckwheat extrudate

Ashirov R.R., Frolov D.I.

Abstract. The article presents the results of studies of the effect of the diameter of the extruder die hole on energy consumption and extrudate quality indicators: coefficient of volumetric expansion, water absorption index and water solubility index. A mixture of corn and buckwheat groats was extruded on a single-screw extruder EK-40, equipped with two replaceable dies with different outlet openings: 12 and 14 mm. The content of buckwheat groats in the mixture was regulated: 15, 30, 45, 60 and 100%. It was found that a decrease in the diameter of the die hole leads to an increase in the specific energy consumption of the process, as well as to an improvement in the quality indicators of the extrudate (expansion ratio, water absorption index and water solubility index), possibly due to an increase in the residence time of the raw materials inside the extruder and better mixing inside the machine.

Keywords: extruder, hole, die, buckwheat, corn.

For citation: Ashirov R.R., Frolov D.I. Influence of design parameters of the extruder matrix on energy consumption and quality indicators of corn-buckwheat extrudate. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 31–35. (In Russ.).

Введение

Термическая и механическая обработка с использованием экструдеров широко применяется для улучшения растительных продуктов, используемых в пищевой промышленности. Продукты, полученные таким образом, обладают хорошими питательными свойствами, достигаемыми путем сочетания термической обработки и механических напряжений для изменения внутренней структуры материала. Сильное механическое воздействие достигается за счет интенсивного перемешивания материала внутри экструдера и существенного расширения материала, выходящего из матрицы экструдера. Расширение является одним из основных параметров, определяющих качество экструдата, на которое влияют состав смеси, подвергаемой экструзии, и технологические параметры процесса: температура или геометрия рабочих органов экструдера. Диаметр отверстий матрицы является ключевым параметром, влияющим на расширение продукта. Из многочисленных ссылок известно, что уменьшение диаметра отверстий матрицы приводит к увеличению расширения материала [1, 2, 3, 4, 5]. Другие исследования доказали влияние геометрии отверстий на индексы расширения, однако было также обнаружено, что увеличение длины отверстий приводит к уменьшению индекса объемного расширения, уменьшению индекса продольного

расширения и увеличению индекса поперечного расширения [6, 7].

Большинство опубликованных исследований были проведены с однородными материалами, в основном кукурузной крупой или молотым зерном, пшеничной мукой или кукурузным крахмалом [8, 9]. Значительный интерес к функциональному питанию усиливает введение сырья с высокой пищевой ценностью в типичные кукурузные смеси. Одной из таких добавок является гречиха с ценными свойствами, которая становится популярным во всем мире. Гречиха легко поддается экструдированию, однако для получения продукта, приемлемого для потребителей, необходимо достичь надлежащей степени расширения экструдата и нескольких желаемых текстурных свойств.

Целью работы было исследование влияния диаметра отверстия фильеры на отдельные показатели качества экструдата: степень расширения, растворимость, водопоглощение и удельный расход энергии.

Объекты и методы исследования

Использовался одношнековый экструдер ЭК-40 со скоростью вращения шнека $n=200$ об/мин и отношением длины шнека к диаметру $L/D = 6$. Исследования проводились со сменными матрицами с различными выходными отверстиями: 12 и 14 мм. Экструдер был оснащен нагревательными элемен-

Таблица 1 - Результаты дисперсионного анализа влияния диаметра выходного отверстия фильеры на энергопотребление и показатели качества кукурузно-гречневого экструдата

Эффект	Однофакторный дисперсионный анализ				
	SS	Степень свободы	MS	F	p
Расширение					
Свободный член	1302,04	1	1302,04	4584,23	0
Содержание гречихи (%)	21,83	5	4,366	15,372	0
Отверстие фильеры	26,049	1	26,049	91,713	0
Индекс поглощения воды (WAI)					
Свободный член	472,741	1	472,741	3145,24	0
Содержание гречихи (%)	2,869	5	0,574	3,818	0,009
Отверстие фильеры	4,033	1	4,033	26,835	0,000
Индекс растворимости в воде (WSI)					
Свободный член	4826,24	1	4826,248	387,394	0
Содержание гречихи (%)	279,22	5	55,846	4,483	0,004
Отверстие фильеры	19,006	1	19,006	1,526	0,227
Механическая прочность					
Свободный член	0,225	1	0,225	383,122	0
Содержание гречихи (%)*	0,003	1	0,003	4,966	0,030
Отверстие фильеры	0,005	5	0,001	1,557	0,188
Потребление энергии					
Свободный член	0,444	1	0,444	3380,162	0
Содержание гречихи (%)	0,004	5	0,001	6,074	0,001
Отверстие фильеры	0,004	1	0,004	31,08	0,000

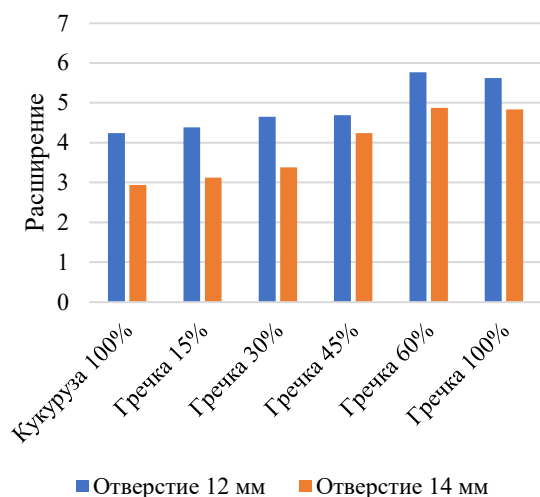


Рис. 1. Влияние диаметра выходного отверстия фильеры на степень расширения экструдата кукурузы и гречихи

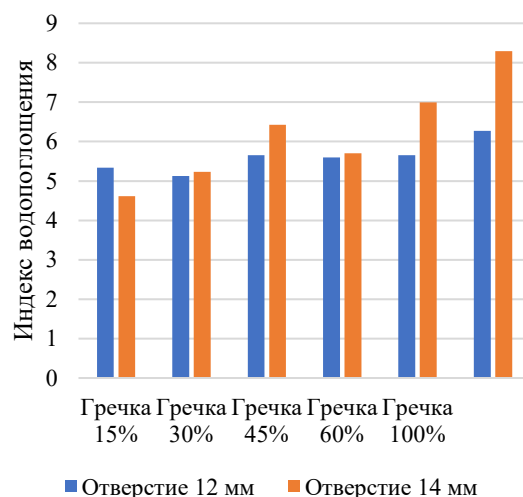


Рис. 4. Влияние диаметра выходного отверстия фильеры на индекс водопоглощения кукурузно-гречневого экструдата

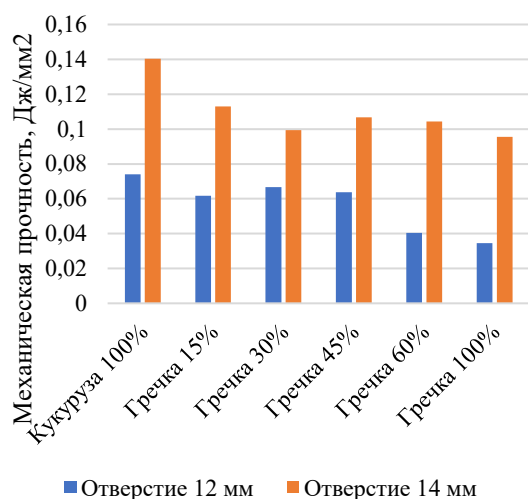


Рис. 2. Влияние диаметра выходного отверстия фильеры на показатель механической прочности экструдата кукурузы и гречихи

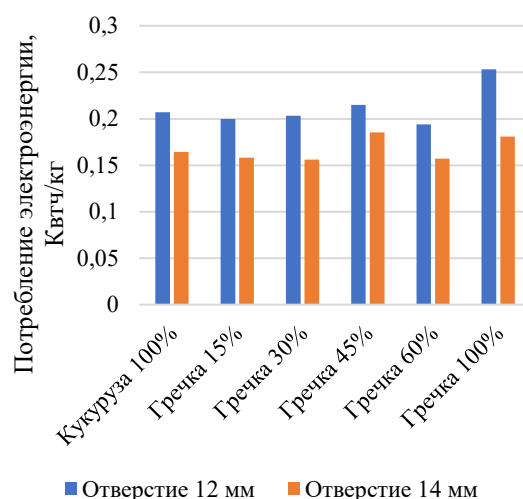


Рис. 5. Влияние диаметра выходного отверстия фильеры на потребление электроэнергии при экструзии кукурузно-гречневых смесей

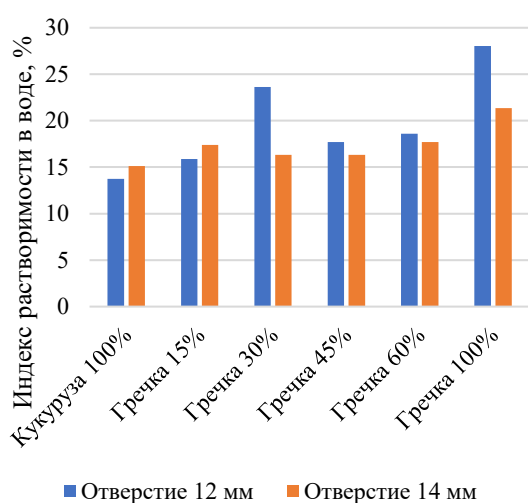


Рис. 3. Влияние диаметра выходного отверстия фильеры на индекс растворимости в воде экструдата кукурузы и гречихи

тами мощностью 3 кВт, что позволяло поддерживать постоянную температуру процесса экструзии, равную 120°C. Экструдировалась смесь кукурузной муки и гречневой крупы влажностью 15% и различным содержанием гречневой крупы: 15, 30, 45, 60 и 100%.

Метод по определению индекса растворимости в воде и индекса водопоглощения включал тщательное перемешивание измельченного экструдата (масса 2,5 г, размер частиц 180-250 мкм) с 25 мл дистиллированной воды. Избыток воды отделяли на центрифуге при 3000 об/мин в течение 10 мин, затем образец взвешивали и высушивали при 105°C.

Исследуемые индексы рассчитывались следующим образом:

Индекс водопоглощения: $WAI = \frac{\text{вес осадка}}{\text{вес сухих веществ}}$.

Индекс растворимости в воде: $WSI (\%) = \frac{\text{вес}}{\text{вес}}$

растворенных твердых веществ/вес сухих твердых веществ.

Плотность экструдата определялась модифицированным методом вытеснения, а коэффициент объемного расширения рассчитывался.

Полученные результаты были подвергнуты статистическому анализу в программе Statistica 10. Определено влияние добавки гречихи на показатели качества экструдата при различных диаметрах отверстий матрицы. В качестве оценки были взяты средние значения показателей качества: расширение, индекс водопоглощения, индекс растворимости в воде и энергопотребление, при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Коэффициент объемного расширения

При измерениях (рисунок 1) обнаружено увеличение коэффициента расширения для обоих диаметров фильеры матрицы: 12 и 14 мм при увеличении содержания гречихи. Наибольшее значение этого коэффициента (5,6 при содержании гречихи 80%) было получено для отверстия 12 мм.

Текстура - механическая прочность

Диаметр отверстия существенно влияет на исследуемый показатель. Наибольшее значение механической прочности экструдата (рисунок 2) было получено при содержании кукурузы 100% (0,15 Дж/мм² для диаметра отверстия 14 мм и 0,07 Дж/мм² для диаметра отверстия 12 мм). Статистически значимого влияния содержания гречихи в смеси на механическую прочность в исследовании не обнаружено (таблица 1).

Индекс растворимости в воде (WSI) и индекс поглощения воды (WAI)

Содержание гречихи существенно влияет на значения обоих индексов (WSI и WAI). Наибольшее значения WSI были обнаружены для отверстия матрицы 12 мм, тогда как для WAI самые высокие

значения были обнаружены для отверстия матрицы 14 мм (рисунки 3 и 4).

Энергопотребление

Обнаружено лишь небольшое увеличение энергозатрат при увеличении содержания гречихи, наибольшее значение потребления энергии произошло при 100% содержании гречихи для диаметра отверстий фильеры 12 мм (рисунок 5).

Выводы

Экструзия известна уже много лет, однако сам процесс до конца не изучен, а предпринимаемые попытки экструзии новых продуктов сталкиваются с рядом проблем, связанных с неправильным выбором диаметра отверстия матрицы, выбором шнека и т. д. Поэтому необходимо проведение более точных исследований по экструзии различных зерновых смесей при различном диаметре отверстия матрицы и его длине. На основании проведенных исследований можно установить, что изменение диаметра отверстий существенно влияет на все исследованные показатели качества кукурузно-гречневого экструдата, за исключением показателя растворимости в воде. Установлено, что содержание гречихи не оказывает существенного влияния на механическую прочность экструдата, полученного при использовании двух фильер, тогда как существенное влияние наблюдается в случае диаметра фильер. Механическая прочность увеличивается на 50% при использовании фильер диаметром 14 мм. Увеличение диаметра фильер приводит к снижению расхода электроэнергии (на 0,07 кВт·ч/кг при экструзии чистой гречихи). В то же время, при увеличении содержания гречихи в смеси обнаружено небольшое увеличение расхода электроэнергии. Наибольший расход энергии наблюдался при экструзии 100% гречневой крупы с диаметром отверстий фильеры 14 мм.

Литература

- [1] Карташов Л. П., Зубкова Т. М., Корякина М. А. Исследование влияния геометрических параметров шнека на производительность экструдера при экструдировании семян рапса // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №. 4. – С. 70-72.
- [2] Мишанин А. Л. и др. Теоретическое обоснование влияния конструктивных параметров фильеры экструдера на величину её смещения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – №. 4 (84). – С. 161-165.
- [3] Sokhey A. S., Ali Y., Hanna M. A. Effects of die dimensions on extruder performance // Journal of

References

- [1] Kartashov L. P., Zubkova T. M., Koryakina M. A. Study of the influence of screw geometric parameters on extruder performance when extruding rapeseed // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. - 2010. - No. 4. - P. 70-72.
- [2] Mishanin A. L. et al. Theoretical substantiation of the influence of extruder die design parameters on the magnitude of its displacement // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. - 2020. - No. 4 (84). - P. 161-165.
- [3] Sokhey A. S., Ali Y., Hanna M. A. Effects of die dimensions on extruder performance // Journal of Food Engineering. - 1997. - Vol. 31. - No. 2. - P. 251-261.
- [4] Chevanan N. et al. Effect of die dimensions on extrusion processing parameters and properties of DDGS-based

- Food Engineering. – 1997. – Т. 31. – №. 2. – С. 251-261.
- [4] Chevanan N. et al. Effect of die dimensions on extrusion processing parameters and properties of DDGS-based aquaculture feeds //Cereal chemistry. – 2007. – Т. 84. – №. 4. – С. 389-398.
- [5] Onuh S. O., Ekoja M., Adeyemi M. B. Effects of die geometry and extrusion speed on the cold extrusion of aluminium and lead alloys //Journal of materials processing technology. – 2003. – Т. 132. – №. 1-3. – С. 274-285.
- [6] Ekielski A., Majewski Z., Zelazinski T. Effect of die hole diameter in the extruder on energy consumption and quality indices of maize-buckwheat extrudate //Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2007. – Т. 57. – №. 2 [A]. – С. 53-56.
- [7] Adekola K. A. Influence of food extruder die dimensions on extruded products expansion // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. – 2015. – Т. 17. – №. 1.
- [8] Каминский В. П., Сокол Е. Н., Чиркова Л. В. Вторичные зерновые ресурсы, их образование и вовлечение в хозяйственный оборот // Пищевая промышленность. – 2007. – №. 7. – С. 26-28.
- [9] Бурак Л. Ч., Сапач А. Н. Использование крахмалосодержащего сырья в производстве пива и его влияние на качество готового продукта. Обзор зарубежной литературы // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2021. – №. 3.
- aquaculture feeds //Cereal chemistry. – 2007. – Т. 84. – No. 4. – pp. 389-398.
- [5] Onuh S. O., Ekoja M., Adeyemi M. B. Effects of die geometry and extrusion speed on the cold extrusion of aluminum and lead alloys // Journal of materials processing technology. – 2003. – Т. 132. – No. 1-3. – pp. 274-285.
- [6] Ekielski A., Majewski Z., Zelazinski T. Effect of die hole diameter in the extruder on energy consumption and quality indicators of maize-buckwheat extrudate // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2007. – Т. 57. – No. 2 [A]. – P. 53-56.
- [7] Adekola K. A. Influence of food extruder die dimensions on extruded products expansion // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. – 2015. – Vol. 17. – No. 1.
- [8] Kaminsky V. P., Sokol E. N., Chirkova L. V. Secondary grain resources, their formation and involvement in economic circulation // Food industry. – 2007. – No. 7. – P. 26-28.
- [9] Burak L. Ch., Sapach A. N. Use of starch-containing raw materials in beer production and its influence on the quality of the finished product. Review of foreign literature // International Journal of Applied Sciences and Technologies «Integral». – 2021. – No. 3.

Сведения об авторах

Information about the authors

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

Краткое сопоставление нового метода посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника с существующим

Калашников В.А.

Аннотация. В данной статье рассмотрена новая разработанная технология посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника позволяющая преодолеть недостатки существующей технологии. Проведено сравнение этих технологических процессов и описаны преимущества предлагаемой технологии.

Ключевые слова: хлопковый ряд, технологический процесс, пшеница, ленточный способ посева, культиватор, глубина, заделка, новая технология.

Для цитирования: Калашников В.А. Краткое сопоставление нового метода посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника с существующим // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 36–40.

Brief comparison of the new method of sowing winter wheat in the interrows of cotton with the existing one

Kalashnikov V.A.

Abstract. In this article, we explore a novel approach to planting winter wheat in cotton rows, addressing the limitations of the current method. We compare these two methods and highlight the benefits of the proposed approach.

Keywords: cotton row, technological process, wheat, belt sowing method, cultivator, depth, sealing, new technology.

For citation: Kalashnikov V.A. Brief comparison of the new method of sowing winter wheat in the interrows of cotton with the existing one. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 36–40. (In Russ.).

Введение

Интенсификация сельского хозяйства обеспечивается внедрением современных средств механизации [5-11]. Сегодня в нашей стране в основном практикуется метод посева семян пшеницы разбрасыванием по полю засеянному хлопчатником. Этот способ включает в себя несколько агротехнических этапов: подготовка междурядий хлопчатника к посеву; разбрасывание семян пшеницы; заделка семян в почву, рис. 1.

Используемая технология.

Для подготовки междурядий хлопчатника к посеву, поля после сбора урожая обрабатывают 1-2 раза на глубину 15-18 см с помощью пропашных культиваторов, например КХУ-4А [1]. При междурядной обработке почвы шириной 90 или 60 см рабочие части культиватора устанавливаются ступенчато с каждой стороны грядки. В процессе обработки в междурядьях происходит уничтожение сорняков и частичное рыхление почвы.

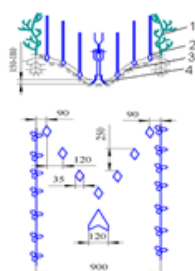
Для посева пшеницы на полях хлопчатника используются переоборудованные хлопковые культиваторы или разбрасыватель удобрений НРУ-0,5. При таком методе посева норма высева составляет 250 кг на гектар [2].

Для заделывания семян в почву применяются культиваторы КХУ-4А или культиваторы других моделей. Их рабочие элементы расположены в соответствии с представленной ниже схемой, рис.1.

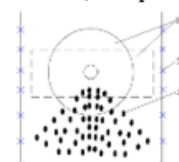
Как видно из описанной последовательности действий, эта технология посева не соответствует агротехническим требованиям предъявляемым к посеву. Дело в том, что использование данной технологии не может гарантировать, что разбросанные семена пшеницы будут заделаны на одинаковую глубину, равномерно распределены по всей поверхности поля и полностью заделаны в почву.

Используемая на сегодняшний день технология посева пшеницы в междурядья хлопчатника требует 3-4 кратного прохода трактора. Это приводит к увеличению расходов на топливо и других

[4]



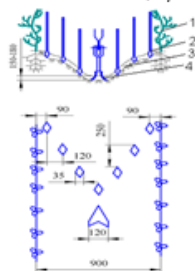
1-оборотная лапа; 2-хлопчатник;
3-рыхлый слой; 4-стрельчатая лапа



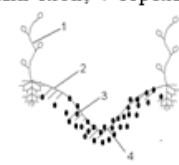
1-посевная машина; 2-хлопчатник;
3-семена пшеницы



1-хлопчатник; 2-гребень грядки;
3-высеянные семена пшеницы; 4-дно борозды



1-оборотная лапа; 2-хлопчатник;
3-рыхлый слой; 4-стрельчатая лапа



1-хлопчатник; 2-гребень грядки;
3-высеянные семена пшеницы; 4-дно борозды

Рис. 1. Применяемая технология посева пшеницы в междурядья хлопчатника

связанных затрат, а также к повышению плотности почвы.

Чтобы устранить указанные недостатки, необходимо провести научно-исследовательские работы по созданию нового агрегата для посева семян пшеницы в междурядья хлопчатника, который будет соответствовать современным требованиям и принципам посева.

На основе анализа литературы и результатов исследований, проведенных ранее исследований [3, 4], была разработана новая технология посева пшеницы в междурядья хлопчатника. Для подготовки поля к посеву, используют культиватор КХУ-4А. При необходимости процедуру повторяют дважды. Затем в рыхленную почву высаживают семена с помощью посевной машины, рис 2.

Подготовка к посеву. Рыхление междурядий хлопчатника хлопковым культиватором КХУ-4А на глубину 15-18 см.

Разбрасывание семян пшеницы.

Разбрасывание семян пшеницы в междурядья хлопчатника с помощью агрегата для посева пшеницы или приспособленного культиватора.

Размещение разбросанных семян в борозде. Семена неравномерно распределены в междурядьях хлопчатника.

Заделывание разбросанных семян в почву. Заделывание разбросанных семян с помощью хлопкового культиватора КХУ-4А.

Размещение семян после заделывания культиватором.

Семена в междурядьях распределяются неравномерно и не заделаны на одинаковую глубину.

Новая технология.

Междурядья рыхлят на глубину 12-15 см (рис. 2,а), пшеницу высаживают в 6-8 рядков по профилю бороздки ленточным способом глубиной 3-5 см с промежутками 12-15 см (рис. 2,б,в). Кроме того, за один проход сеялки слой почвы уплотняется в соответствии с установленными агротехническими требованиями.

При сопоставлении существующей и предлагаемой технологий посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника было установлено, что в предлагаемой технологии двойной проход агрегата в междурядьях для выполнения процессов подготовки междурядий к посеву, образования посевных и оросительных борозд позволяет не только значительно снизить затраты труда, энергии и го-

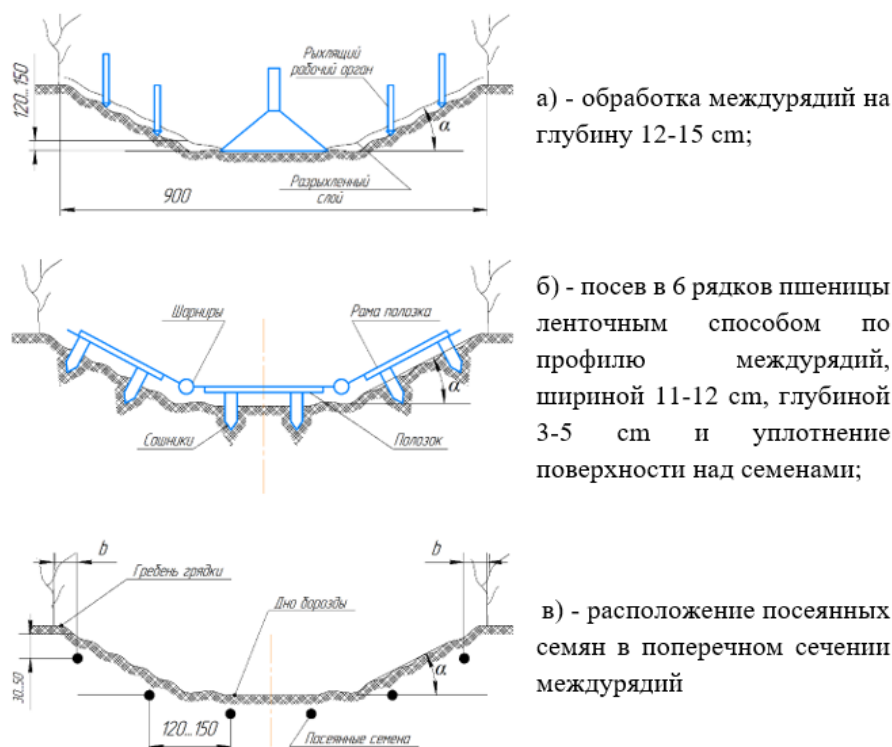


Рис 2. Новая технология посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника

рюче-смазочных материалов, но и снизить расход семян пшеницы за счет осуществления посева на требуемом агротехническом уровне и обеспечить равномерное прорастание ростков.

Выводы

Сравнивая новую технологию, разработанную для решения проблем, связанных с существующим методом посева пшеницы в междурядья хлопчатника, можно выделить следующие преимущества:

1. Новая технология посева пшеницы в меж-

дурядья хлопчатника за счет полного соблюдения агротехнических требований приводит к снижению расхода семенной пшеницы, более быстрому и равномерному прорастанию всходов.

2. Новая технология посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника позволяет значительно снизить затраты труда, энергии и горюче-смазочных материалов за счет двух проходов агрегата в междурядьях для выполнения процессов подготовки междурядий к посеву, посева, образования посевных и оросительных борозд.

Литература

- [1] Мирзаахмедов А. Экспериментал дискли эчкичининг махсус тупроқ каналида ўтказилган тадқиқот натижалари // Қишлоқ ва сув ҳўжалигининг замонавий муаммолари: Иқтидорли талабалар, магистрантлар ва ёш олимларнинг IX-Республика илмий-амалий анжумани тўплами. - Тошкент: ТИМИ, 2010. - Б. 201-202.
- [2] Т.С.Худойбердиев, А.Н.Худоёров, Б.Р.Болтабоев, Б.Т.Турсунов, Д.А.Абдуллаев, В.А.Калашников. Ёўза қатор ораларига дон уруғини экувчи сеялқанинг конструкциясини танлаш. // “Аграр соҳани истиқболли ривожлантиришда ресурс тежовчи инновацион технологиялардан самарали фойдаланиш” мавзусидаги халқаро илмий-техник анжуман мақолалар тўплами. Андижон. 2019 – Б. 66-73.
- [3] КХА-15-043 - Пахтадан бўшаган ёўзапойли

References

- [1] Mirzaakhmedov A. Experimental diskli ekkichning maxsus tuproq kanida ўtkazilgan tadqiqot natijalari // Kishloq va suv hўzhalinging zamonaviy muammolari: Iqtidorli talabalar, magistrantlar va yosh olimlarning IX-Republic of Ilmiy-Amaliy anjumani heat. - Tashkent: TIMI, 2010. - B. 201-202.
- [2] T.S. Khudoiberdiev, A.N. Khudoyorov, B.R. Boltaboev, B.T. Tursunov, D.A. Abdullaev, V.A. Kalashnikov. Ёўза қатор OW-Larariga don urufini ekuvchi sowing konstruksiyasini tanlash. // “Agrar sogani istiqbolli rivozhlantirishda resource tezhovchi innovation technologylardan samarali foidalanish” mavzusidagi halkaro ilmiy-technician anzhuman makolalar tўplami. Andijon. 2019 – B. 66-73.
- [3] KHA-15-043 - Pakhtadan bўshagan ёўzapoyali dalalarga kuzgi don urufini pushtaga ekish technologysi va technician vositasini ishlab chikish va parametrlarini

- далаларга кузги дон уруғини пуштага экиш технологияси ва техник воситасини ишлаб чиқиш ва параметрларини асослаш лойиҳаси бўйича оралиқ ҳисобот – Тошкент, – 2009. – 132 б.
- [4] КХА-15-043 - Пахтадан бўшаган ғўзапояли далаларга кузги дон уруғини пуштага экиш технологияси ва техник воситасини ишлаб чиқиш ва параметрларини асослаш лойиҳаси бўйича оралиқ ҳисобот – Тошкент, – 2010. – 92 б.
- [5] Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с. – EDN NQHDJB.
- [6] Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха / Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4(1). – С. 30-35. – EDN TKIWUZ.
- [7] Патент № 2339208 C1 Российская Федерация, МПК A01D 23/02. Ботвоудаляющая машина : № 2007109990/12 : заявл. 19.03.2007 : опубл. 27.11.2008 / Н. П. Ларюшин, С. А. Суцев, Д. И. Фролов, А. М. Ларюшин ; заявитель ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА». – EDN HBPGYZ.
- [8] Фролов, Д. И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука / Д. И. Фролов, С. В. Чекайкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6(22). – С. 158-161. – EDN TKJLMN.
- [9] Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с. – EDN NKNOJP.
- [10] Ларюшин, Н. П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Нива Поволжья. – 2008. – № 2(7). – С. 46-51. – EDN JHMLUP.
- [11] Фролов, Д. И. Применение модернизированной ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны / Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1(2). – С. 45-49. – EDN UAWVJR.
- асослаш лойигаси бўйича оралиқ ҳисобот – Ташкент, – 2009. – 132 б.
- [4] КХА-15-043 - Pakhtadan бўшаган ғўзапояли далаларга кузги дон уруғини пуштага экиш технологияси ва technician vositasini ishlab chikish va parametrlarini asoslash loyigasi бўйича оралиқ ҳисобот – Ташкент, – 2010. – 92 б.
- [5] Frolov, D. I. Development of a trimmer for onion and weed tops with substantiation of design and operating parameters: specialty 05.20.01 «Technologies and means of mechanization of agriculture»: dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Frolov Dmitry Ivanovich. - Penza, 2008. - 153 p. – EDN NQHDJB.
- [6] Frolov, D. I. Analysis of the operation of a haulm-removing working element with optimization of the air flow inside the casing / D. I. Frolov // Innovative equipment and technology. – 2014. – No. 4(1). – P. 30-35. – EDN TKIWUZ.
- [7] Patent No. 2339208 C1 Russian Federation, IPC A01D 23/02. Haulm removal machine: No. 2007109990/12: declared 19.03.2007: published 27.11.2008 / N. P. Laryushin, S. A. Sushchev, D. I. Frolov, A. M. Laryushin; applicant Federal State Educational Institution of Higher Professional Education “Penza State Agricultural Academy”». – EDN HBPGYZ.
- [8] Frolov, D. I. Justification of rational parameters of a top-removing machine on onion crops / D. I. Frolov, S. V. Chekaikin // XXI century: results of the past and problems of the present plus. – 2014. – No. 6 (22). – P. 158-161. – EDN TKJLMN.
- [9] Frolov, D. I. Development of a trimmer for onion and weed tops with substantiation of design and operating parameters: specialty 05.20.01 «Technologies and means of mechanization of agriculture»: abstract of a dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Frolov Dmitry Ivanovich. - Penza, 2008. – 18 p. – EDN NKNOJP.
- [10] Laryushin, N. P. Justification of the design and operating parameters of a haulm-removing device in laboratory studies / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Niva Povolzhya. – 2008. – No. 2(7). – P. 46-51. – EDN JHMLUP.
- [11] Frolov, D. I. Application of a modernized haulm-removing machine for mowing alfalfa / D. I. Frolov // Innovative equipment and technology. - 2015. - No. 1 (2). - P. 45-49. - EDN UAWVJR.

Сведения об авторах

Information about the authors

Калашников Виталий Алексеевич кандидат технических наук старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения» Андижанский машиностроительный институт 170119, Республика Узбекистан, г. Андижан, пр. Бабуршах 56 Тел.: +7(99893) 428-75-80 E-mail: v.kalashnikov.1991@gmail.com	Kalashnikov Vitaliy Alekseyevich doctor of philosophy of technical sciences PhD Senior Lecturer of the Department «Mechanical engineering technology» Andijan Machine-Building Institute 170119, Republic of Uzbekistan, Andijan, Baburshakh Ave. 56 Phone: +7(99893) 428-75-80 E-mail: v.kalashnikov.1991@gmail.com
--	---

К вопросу предварительного обезвоживания куриного помета в процессе его экструзионной обработки

Куручкин А.А., Аширов Р.Р., Козлов Е.Г.

Аннотация. Технологическая обоснованность и экономическая целесообразность переработки куриного помета в органическое удобрение определяются его количеством и влажностью. Известные к настоящему времени технологии переработки куриного помета применимы лишь в отношении его подстилочной разновидности, так как позволяют снизить влажность обрабатываемого сырья не более чем на половину от первоначальной за один цикл обработки. Условием эффективной переработки бесподстилочного помета методом экструзии является дополнительная технологическая операция, связанная с предварительным обезвоживанием этого сырья. В работе дан анализ технических средств для выполнения данной операции и предложена конструктивно-технологическая схема агрегата, позволяющего регулировать интенсивность предварительного обезвоживания перерабатываемого в удобрение сырья.

Ключевые слова: помет, обезвоживание, удобрение, конструктивно-технологическая схема, вакуумная камера, термовакуумный эффект.

Для цитирования: Куручкин А.А., Аширов Р.Р., Козлов Е.Г. К вопросу предварительного обезвоживания куриного помета в процессе его экструзионной обработки // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 41–47.

On the issue of preliminary dehydration of chicken manure during its extrusion processing

Kurochkin A.A., Ashirov R.R., Kozlov E.G.

Abstract. The technological validity and economic feasibility of processing chicken manure into organic fertilizer are determined by its quantity and humidity. The currently known technologies for processing chicken manure are applicable only to its litter variety, since they allow reducing the humidity of the processed raw materials by no more than half of the initial one in one processing cycle. An additional technological operation associated with the preliminary dewatering of this raw material is a prerequisite for the effective processing of bespodstyle manure by extrusion processing. The paper analyzes the technical means for performing this operation and proposes a design and technological scheme of the unit, which allows to regulate the intensity of pre-dehydration of raw materials processed into fertilizer.

Keywords: manure, dehydration, fertilizer, design and technological scheme, vacuum chamber, thermal vacuum effect.

For citation: Kurochkin A.A., Ashirov R.R., Kozlov E.G. On the issue of preliminary dehydration of chicken manure during its extrusion processing. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 41–47. (In Russ.).

Введение

Технологическая обоснованность и экономическая целесообразность переработки куриного помета в органическое удобрение определяются его количеством и влажностью.

Считается, что масса помета, выделяемого птицами в течение суток, примерно в 2 раза больше количества съеденного ими сухого вещества корма.

Исходя из этого и с учетом норм технологического проектирования в птицеводческой отрасли, ориентировочный выход помета влажностью 71-73 % от одной головы для кур различного производственного назначения составляет 189-288 г [1, 6, 7].

Что касается влажности перерабатываемого сырья, то она в первую очередь зависит от системы содержания птицы.

В условиях современных птицефабрик приме-

няются две основные системы содержания: напольная и клеточная.

При напольном содержании куры содержатся на подстилке или на полах (сочетание подстилки с сетчатыми или планчатыми полами). При такой технологии содержания птицы, помет смешивается с подстилкой и подсушивается (как за счет поглощения части влаги помета подстилкой, так и за счет естественной высушивания). В условиях такого содержания птицы влажность подстилочного помета в основном зависит от вида и влажности применяемого подстилочного материала, а также параметрах микроклимата в птичнике.

По данным различных библиографических источников влажность подстилочного помета на основе торфа обычно составляет 35-45 %, а при применении в качестве подстилки измельченной соломы, опилок, лузги подсолнечника и т.п. – 25-35 %.

В условиях клеточного содержания кур определяющее влияние на влажность помета оказывают тип клеточного оборудования и, как следствие этого, конструкция применяемых в нем поилок и средств уборки помета.

Клеточные батареи старой конструкции обычно оснащены скребковыми механизмами уборки помета, использование которых требует ежедневного 2-3-х кратного их включения. В связи с тем, что такие механизмы во многих случаях нестабильно работают при уборке помета естественной влажности, для их надежной работы требуется разбавление помета водой. В этом случае влажность получаемого помета может увеличиваться до 83-90%.

Более современное оборудование представляет собой клеточные батареи с ленточной уборкой помета. Ленточная уборка помета предполагает отсутствие попадания воды в помет, что в свою очередь достигается применением ниппельных поилок. При эксплуатации такого оборудования помет обычно убирают один раз в 5-7 дней. При этом, находясь, длительное время на ленте транспортера, помет существенно теряет влагу.

Некоторые комплекты клеточных батарей с ленточной системой уборки помета комплектуются

встроенными воздуховодами с системой аэрации помета. В этом случае влажность удаляемого помета можно снизить до 30-40 % [5, 12].

Следует особо отметить, что с точки зрения системного подхода к птичьему помету как сырью для производства органического удобрения, его рациональная обработка должна быть направлена на де-активацию вредных ингредиентов и обеспечение сохранности полезных. Иными словами, технологические операции известных к настоящему времени способов переработки птичьего помета должны в процессе переработки помета обеспечивать стерилизацию (уничтожение способности к прорастанию) семян сорных растений, а также способствовать сохранению питательных веществ, входящие в его состав и перспективных в качестве ингредиентов получаемого органического удобрения. Вторым и не менее важным требованием к технологии переработки куриного помета в удобрение является хорошая хранимость готового продукта без применения дорогостоящих упаковочных материалов, что обеспечивается его конечной влажностью не более 10-12 %.

Приведенные выше данные позволяют сделать вывод, о том, что известные к настоящему времени технологии переработки куриного помета возможны лишь в отношении его подстилочной разновидности, так как позволяют снизить влажность обрабатываемого сырья не более чем на половину за один цикл обработки [3, 4, 14].

Условием эффективной обработки бесподстилочного помета методами экструзионной обработки является технологическая операция предварительного обезвоживания этого сырья.

Цель работы – обоснование модернизированной схемы термовакуумного агрегата для обработки бесподстилочного куриного помета с его предварительным обезвоживанием.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – конструктивно-технологическая схема термовакуумного агрегата.



Рис. 1. Способы переработки куриного помета в органическое удобрение

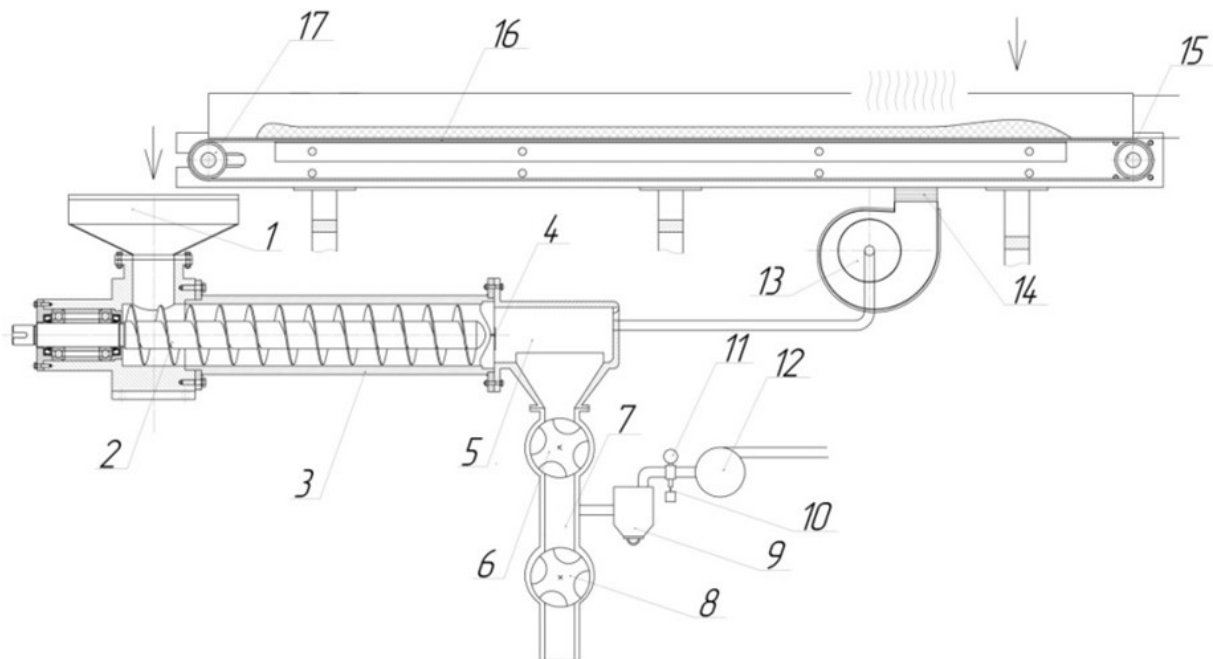


Рис. 2. Конструктивно-технологическая схема модернизированного экструдера:

1 – загрузочная камера; 2 – шнек; 3 – корпус; 4 – фильера матрицы; 5 – воздушная камера; 6, 8 – шлюзовые затворы; 7 – вакуумная камера; 9 – вакуум-баллон; 10 – вакуум-регулятор; 11 – вакуум-метр; 12 – вакуумный насос; 13 – вентилятор; 14 – воздушные ТЭНы; 15 – ведомый вал; 16 – сетчатая лента; 17 – приводной вал

Результаты и их обсуждение

Анализ обобщенной классификации способов переработки куриного помета в органическое удобрение [4] позволяет представить варианты предварительного обезвоживания сырья следующим образом (рис. 1).

Следует отметить, что наиболее простое решение предварительного обезвоживания бесподстилочного помета основано на его сушке при атмосферном давлении путем выдержки на конвейерах или площадках в помещении. Ускорить этот процесс можно за счет обдувания помета воздухом или паром.

Как и вакуумное обезвоживание, этот способ связан с эксплуатацией дополнительных сооружений и оборудования с невысокой производительностью и повышенными эксплуатационными расходами.

Сорбционная сушка может быть эффективна в составе сложных (комбинированных) технологий с применением термической сушки, в том числе и с применением вакуумной составляющей.

На основе таких технологий основан рабочий процесс экструдера для переработки влажной массы в виде птичьего помета или навоза, который имеет три рабочие зоны: сорбционной сушки, экструзионной обработки и вакуумного досушивания [10].

В зоне сорбционной сушки размещены дозирующее устройство, вертикально расположенный шнек и рабочая камера с мешалкой. Дозирующее устройство установлено перед шнеком и служит для подачи в рабочую камеру сорбента, в качестве которого используется солома, отходы деревообра-

ботки или сухой экструдированный помет, нереализованный в установленные сроки.

Зона экструзионной обработки представлена горизонтально расположенным шнеком и фильерой.

Зона вакуумного досушивания размещена после зоны экструзионной обработки и в ней установлены конденсатор, вакуумный насос и шлюзовой затвор.

Рабочий процесс этого экструдера осуществляется следующим образом. Поступающая для переработки влажная масса подается в рабочую камеру посредством шнека, где с помощью мешалки интенсивно перемешивается с сорбентом и снижает свою влажность. Объем поступающего в экструдер с помощью дозирующего устройства сорбента, регулируется исходя из влажности обрабатываемого сырья. Начавшийся в блоке сорбционной сушки процесс влагопереноса между сорбирующим материалом и пометом завершается в зоне экструзионной обработки, где реализуется термопластическое воздействие на сырье. При продавливании обрабатываемого сырья шнеком экструдера через его фильеру в зону вакуумного досушивания, происходит резкий сброс давления, что приводит к взрывному испарению воды и снижению влажности готового продукта. С целью интенсификации процесса экструзионного обезвоживания взрывное испарение осуществляется в вакуумной камере. Пониженное давление в вакуумной камере обеспечивается с помощью конденсатора и вакуумного насоса [10].

К недостаткам данного экструдера можно отнести следующее:

1. Теплота выделяющегося в процессе деком-

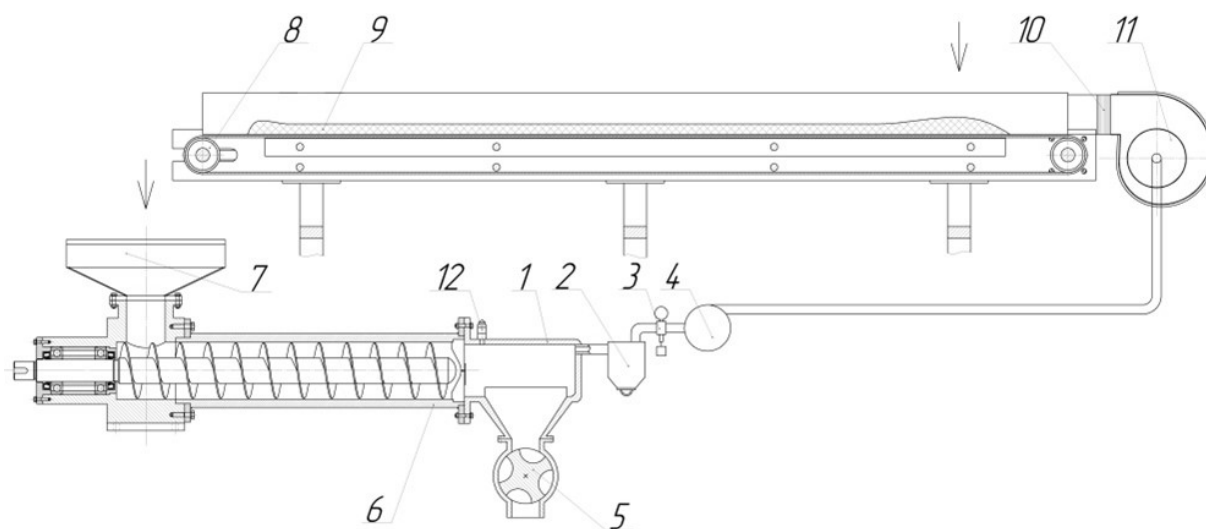


Рис. 3. Конструктивно-технологическая схема агрегата:

1 – вакуумная камера экструдера; 2 – вакуум-баллон; 3 – вакуум-регулятор; 4 – вакуумный насос; 5 – шлюзовой затвор; 6 – экструдер; 7 – загрузочный бункер; 8 – сетчатый конвейер; 9 – помет; 10 – регулируемый ТЭН; 11 – вентилятор; 12 – воздушный клапан

прессионного взрыва водяного пара полезно не используется.

2. Сложность регулировки влажности готового продукта, обусловленная обязательным применением сорбента. Данный и, пожалуй, важнейший технологический параметр экструдированного помета зависит от количества добавляемого к обрабатываемому сырью сорбента и их влажности, а также давления воздуха в вакуумной камере, регулировка которого конструкцией не предусмотрена. При этом в случае недостаточно высокой влажности помета или навоза (например, в случае использования подстилки) применение экструдера без предварительного увлажнения обрабатываемого сырья затруднено [3, 4].

Исключить эти недостатки можно замещением части энергии привода, необходимой для реализации рабочего процесса машины, энергией (теплотой) горячего пара, выделяющегося из экструдата в процессе его интенсивного обезвоживания. Для этого обрабатываемое сырье перед подачей в экструдер предварительно нагревается с помощью горячего пара, поступающего из воздушной камеры машины.

Регулирование влажности обрабатываемого сырья предлагается осуществлять путем продувки через его слой горячего влажного водяного пара или горячего подсушенного водяного пара (при включенных ТЭНах).

Регулирование влажности готового продукта удобно осуществлять влажностью обрабатываемого сырья, а также давлением в вакуумной камере экструдера с помощью вакуум-регулятора.

Конструктивно-технологическая схема модернизированного экструдера, позволяющая реализовать эти предложения, приведена на рис. 2 и включает в себя загрузочную камеру 1, шнек 2, корпус 3, фильеру матрицы 4, воздушную камеру 5, два шлюзовых затвора 6 и 8, вакуумную камеру 7, ва-

куум-баллон 9, вакуум-регулятор 10, вакуум-метр 11 и вакуумный насос 12.

В верхней части экструдера смонтирован конвейер, выполненный в виде сетчатой ленты 16, перемещаемой с помощью приводного вала 17 и ведомого вала 15. Между конвейером и экструдером находятся воздушные ТЭНы 14 и вентилятор 13, соединенный с воздушной камерой 5 посредством воздухопровода [11].

Приведенная схема экструдера имеет два цикла охлаждения обрабатываемого помета – в воздушной камере 5 и вакуумной камере 7, каждая из которых имеет свой тепловой режим. Очевидно, что теплота, выделяющаяся из экструдированного помета в вакуумной камере, полезно не используется.

Рабочий процесс агрегата для термовакuumной обработки куриного помета, конструктивно-технологическая схема, которого приведена на рис. 3, лишена этого недостатка.

Агрегат включает экструдер 6 с загрузочным бункером 7, вакуумную камеру 1, оснащенную шлюзовым затвором 5 и вакуумной системой, а также вентилятор 11, ТЭН 10 и сетчатый конвейер 8 [13].

Особенностью рабочего процесса данного агрегата можно считать наличие воздушного клапана, который позволяет регулировать степень повышения парциального давления водяного пара над поверхностью экструдата и соответственно регулировать взаимосоотношение различных путей фазовых переходов (вода/водный раствор – пар или вода/водный раствор – лед – пар).

В конечном итоге интенсивность испарения воды с поверхности экструдата в результате декомпрессионного взрыва горячего пара будет заметно коррелировать с массой подаваемого воздуха в вакуумную камеру с помощью воздушного клапана. За счет этого путем закрытия и открытия воздуш-

ного клапана можно более тонко регулировать интенсивность сушки готового продукта. При этом фазовые переходы при таком способе сушки можно сдвигать в нужном направлении за счет регулирования величины разрежения воздуха в вакуумной камере с помощью вакуум-регулятора. Обе эти регулировки будут существенно влиять на теплоту, передаваемую помету, находящемуся на сетчатом конвейере и, следовательно – на интенсивность предварительного обезвоживания обрабатываемого сырья.

Еще большей эффективности экструзионной обработки куриного помета можно добиться за счет применения оборудования для его предварительного механического обезвоживания. С этой целью можно применять различное оборудование, работающее по принципу отделения части влаги путем прессования сырья.

С этой целью можно, например, использовать винтовую прессовую машину непрерывного действия, позволяющую снизить влажность помета с 70-75 до 50-55 %, что существенно уменьшит энергозатраты на последующую экструзионную либо иную обработку [2].

Также возможно применение экструдеров, работающих по схеме пресса для получения растительного масла или имеющих конструктивные осо-

бенности, позволяющие в процессе работы удалять часть влаги из сырья – перфорированный рабочий цилиндр, межфланцевый зазор между мундштуком и корпусом экструдера и т.д. [8, 9].

Выводы

Технологическая обоснованность и экономическая целесообразность переработки куриного помета в органическое удобрение определяются его количеством и влажностью. Известные к настоящему времени технологии переработки куриного помета применимы лишь в отношении его подстилочной разновидности, так как позволяют снизить влажность обрабатываемого сырья не более чем на половину от первоначальной за один цикл обработки. Условием эффективной переработки бесподстилочного помета методом экструзии является дополнительная технологическая операция, связанная с предварительным обезвоживанием этого сырья. В работе дан анализ технических средств для выполнения данной операции и предложена конструктивно-технологическая схема агрегата, позволяющего регулировать интенсивность предварительного обезвоживания перерабатываемого в удобрение сырья.

Литература

- [1] ГОСТ 33830-2016. Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2020. – 12 с.
- [2] Запечалов, М. В. Механическое обезвоживание птичьего помета при его глубокой переработке /М.В. Запечалов, В.В. Качурин //Птицеводство. 2020. №. 5-6. С. 75-78.
- [3] Курочкин, А.А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата /А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 17-22.
- [4] Курочкин, А. А. Совершенствование способов переработки куриного помета на основе анализа их обобщенной классификации /А.А. Курочкин, М.А. Потапов //Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11, № 1. С. 46-51.
- [5] Мельник, В.А. Птичий помёт: пути решения проблемы /В.А. Мельник, И.И. Ивко // Эффективне птахівництво. 2006. № 1. С. 29-37.
- [6] Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. РД-АПК 1.10.15.02-17.
- [7] Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий. НТП-АПК

References

- [1] GOST 33830-2016. Organic fertilizers based on livestock waste. Specifications. Moscow: Standartinform, 2020. – 12 p.
- [2] Zapevalov, M. V. Mechanical dehydration of poultry manure during its deep processing / M. V. Zapevalov, V. V. Kachurin // Poultry farming. 2020. No. 5-6. Pp. 75-78.
- [3] Kurochkin, A. A. A systems approach to the development of an extruder for thermal vacuum processing of extrudate / A. A. Kurochkin // Innovative equipment and technology. 2014. No. 4 (01). Pp. 17-22.
- [4] Kurochkin, A. A. Improving methods for processing chicken manure based on the analysis of their generalized classification / A. A. Kurochkin, M.A. Potapov // Innovative equipment and technology. 2024. Vol. 11, No. 1. P. 46-51.
- [5] Melnik, V.A. Bird droppings: solutions to the problem /V.A. Melnik, I.I. Ivko // Effective poultry farming. 2006. No. 1. P. 29-37.
- [6] Methodological recommendations for the technological design of systems for removing and preparing manure and droppings for use. RD-APK 1.10.15.02-17.
- [7] Standards for the technological design of poultry enterprises. NTP-APK 1.10.05.001-01 (approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on August 28, 2001).
- [8] Patent. 2439870 Russian Federation IPC A01C 3/00 Device for pressing poultry manure / applicants: A.V.

- 1.10.05.001-01 (утв. Минсельхозом РФ 28.08.2001).
- [8] Пат. 2439870 Российская Федерация МПК A01C 3/00 Устройство для прессования птичьего помета /заявители: А.В. Старунов, Ж.А. Нурписов, Ю.И. Аверьянов и др.; патентообладатель: ФГБОУ ВО Челябинская ГАА. – №2010134206/13; заявл. 16.08.2010; опубл. 20.01.2012 Бюл. № 2. 8 с.
- [9] Пат. 2491265 Российская Федерация МПК C05F 3/06 A01C 3/00 Способ переработки подстилочного помета и навоза крупного и мелкого рогатого скота в топливные брикеты /заявители: М.А. Николаев, А.И. Мазуров; патентообладатель: ООО «Аудиторская компания «Алекс-Аудит». – №2012105552/13; заявл. 17.02.2012; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24. 8 с.
- [10] Пат. № 193201 Российская Федерация МПК A23P 10/25. Экструдер для переработки влажной массы в виде птичьего помета или навоза /заявитель: С.П. Игнатьев; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО «Ижевская ГСХА». – № 2019113281; заявл. 29.04.2019; опубл. 16.10.2019, Бюл. № 29. 6 с.
- [11] Пат. № 204880 U1 Российская Федерация МПК C05F 3/06. Экструдер для переработки влажной массы в виде птичьего помета или навоза /заявитель и патентообладатель: М. А. Потапов: – № 2020136956 : заявл. 10.11.2020 : опубл. 16.06.2021, Бюл. № 17. 7 с.
- [12] Потапов, М. А. К вопросу совершенствования технологии переработки птичьего помета /М.А. Потапов, А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2018. – Т. 5. – №. 1. – С. 25-29.
- [13] Фролов, Д. И. Экструдирование высоковлажных отходов птицеводства для получения удобрений /Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, М.А. Потапов //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. Т. 6. №. 2. С. 18-24.
- [14] Фролов, Д.И. Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой /Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина //Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (2). С. 29- 34.
- Starunov, Zh.A. Nurpisov, Yu.I. Averyanov et al.; patent holder: FGBOU VO Chelyabinsk State Agrarian University. – No. 2010134206/13; declared 16.08.2010; published 20.01.2012 Bulletin No. 2. 8 p.
- [9] Patent. 2491265 Russian Federation IPC C05F 3/06 A01C 3/00 Method for processing litter and manure of large and small cattle into fuel briquettes / applicants: M.A. Nikolaev, A.I. Mazurov; Patent holder: LLC «Audit company «Alexo-Audit». - No. 2012105552/13; declared 17.02.2012; published 27.08.2013, Bulletin No. 24. 8 p.
- [10] Patent No. 193201 Russian Federation IPC A23P 10/25. Extruder for processing wet mass in the form of bird droppings or manure / applicant: S.P. Ignatiev; applicant and patent holder Federal State Educational Institution of Higher Education «Izhevsk State Agricultural Academy». - No. 2019113281; declared 29.04.2019; published 16.10.2019, Bulletin No. 29. 6 p.
- [11] Patent № 204880 U1 Russian Federation IPC C05F 3/06. Extruder for processing wet mass in the form of bird droppings or manure / applicant and patent holder: M. A. Potapov: - № 2020136956: declared. 11/10/2020: published. 06/16/2021, Bulletin No. 17. 7 p.
- [12] Potapov, M. A. On the issue of improving the technology for processing bird droppings / M. A. Potapov, A. A. Kurochkin // Innovative equipment and technology. - 2018. - Vol. 5. - No. 1. - P. 25-29.
- [13] Frolov, D. I. Extrusion of high-moisture poultry waste to produce fertilizers / D. I. Frolov, A.A. Kurochkin, M.A. Potapov // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. 2021. Vol. 6. No. 2. P. 18-24.
- [14] Frolov, D.I. Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in an extruder with a vacuum chamber / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina // Innovative equipment and technology. 2015. No. 1 (2). P. 29-34.

Сведения об авторах

Information about the authors

Куручкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru	Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru
Аширов Равиль Ринатович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Ashirov Ravil Rinatovich upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University
Козлов Е.Г. аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11	Kozlov E.G. upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 637.5

Анализ производства колбасных изделий в России

Зимняков В.М.

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние рынка колбасных изделий. Приводится анализ объемов производства как в целом по Российской Федерации, так и в разрезе федеральных округов. Отмечены основные факторы, способствующие росту производства колбасных изделий. Производство колбасных изделий в 2023 году выросло по сравнению с 2022 с 2411,25 тыс. тонн до 2472,42 тыс. тонн, увеличение составило 2,5%. Анализ статистики по производству вареных колбасных изделий в 2023 году показал рост производства по сравнению с 2022 годом с 1647,25 тыс. тонн до 1663,57 тыс. тонн 1%. В структуре производства колбасных изделий в России преобладают вареные колбасы – 34%. По данным аналитического агентства «AnalyticResearchGroup», на долю 10 крупнейших производителей колбасной продукции в России приходится около 60% от общего объема производства. Лидером рынка колбасной продукции в России является агрохолдинг «Мираторг». На его долю приходится около 21,4% от общего объема производства. Дан анализ цен на колбасную продукцию. Цены на сосиски, сардельки, шпикачки в 2023 году в среднем выросли на 6% к уровню 2022 года. В сегменте вареных мясных колбас на протяжении всего года сохранялась тенденция снижения цены. С учётом динамики производства в первом квартале 2024 года агентство «Агроан» прогнозирует, что производство колбасных изделий 2024 году в России окажется на уровне 2 575 200 тонн, а годовое производство колбасных изделий в России к 2028 году составит не меньше 2 795 896 тонн.

Ключевые слова: колбасные изделия, технология, производство, объемы, рынок, анализ, цена, перспективы, прогноз.

Для цитирования: Зимняков В.М. Анализ производства колбасных изделий в России // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 48–54.

Analysis of sausage production in Russia

Zimnyakov V.M.

Abstract. The article examines the current state of the sausage market. The analysis of production volumes is given both in the Russian Federation as a whole and in the context of federal districts. The main factors contributing to the growth of sausage production were noted. Sausage production in 2023 increased from 2,411.25 thousand tons to 2,472.42 thousand tons compared to 2022, an increase of 2.5%. The analysis of statistics on the production of boiled sausages in 2023 showed an increase in production compared to 2022 from 1647.25 thousand tons to 1663.57 thousand tons of 1%. Boiled sausages predominate in the structure of sausage production in Russia – 34%. According to the analytical agency «AnalyticResearchGroup», The 10 largest sausage producers in Russia account for about 60% of the total production. Miratorg agroholding is the market leader of sausage products in Russia. It accounts for about 21.4% of total production. The analysis of prices for sausage products is given. Prices for sausages, sausages, and bacon in 2023 increased by an average of 6% compared to the level of 2022. In the segment of boiled meat sausages, the price reduction trend continued throughout the year. Taking into account the dynamics of production in the first quarter of 2024, Agroan agency predicts that the production of sausages in Russia in 2024 will be at the level of 2,575,200 tons,

and the annual production of sausages in Russia by 2028 will be at least 2,795,896 tons.

Keywords: sausage products, technology, production, volumes, market, analysis, price, prospects, forecast.

For citation: Zimnyakov V.M. Analysis of sausage production in Russia. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 48–54. (In Russ.).

Введение

Мясо и мясопродукты являются одним из основных продуктов животного происхождения в рационе питания человека, так как содержат незаменимые источники полноценного белка, жира, витаминов, минеральных веществ и других жизненно важных нутриентов. Высокая пищевая и биологическая ценность белков мяса обусловлена практически полной перевариваемостью их ферментами желудочно-кишечного тракта, значительным содержанием и оптимальным соотношением незаменимых аминокислот. Именно поэтому мясо и мясные продукты как один из основных источников белка имеют большое значение в питании человека [1]. В последнее время актуализировались вопросы, связанные с недостатком белка в рационе населения страны, а для нормальной жизнедеятельности организма человека в его питании должно содержаться достаточное количество незаменимых аминокислот, источником которых являются качественные мясные продукты [12].

Современное производство вареных колбасных изделий все чаще отходит от приведенных в нормативной документации стандартных рецептур, привнося дополнительные ингредиенты, зачастую химического происхождения. Основными факторами, определяющими качество и безопасность готового продукта, в первую очередь являются качество исходного сырья и строгое соблюдение технологии изготовления. Изготовление вареных колбасных изделий – сложный процесс, который должен обеспечить правильное применение сырья и одновременное соблюдение сохранения качества продуктов в процессе переработки [2,3,4,5,6].

В условиях современной конъюнктуры, снижения располагаемых доходов населения, санкций, проблем с искусственными колбасными оболочками из Евросоюза (более 70% всего импорта в РФ), производители стали выпускать колбасы меньшего размера, с меньшей упаковкой из отечественных или аналогичных антисанкционных материалов, что позволило предлагать рынку более дешевые колбасы [11].

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

Объекты и методы исследования

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

Результаты и их обсуждение

В настоящее время отечественный рынок колбасных изделий находится в динамичном состоянии, здесь наблюдается очевидный рост. Этот сегмент пищевой промышленности является одним из самых быстро оборачиваемых. Колбасные изделия пользуются стабильно высоким спросом у россиян (Рис.1).

Производство колбасных изделий в 2023 году выросло по сравнению с 2022 с 2411,25 тыс. тонн до 2472,42 тыс. тонн, увеличение составило 2,5% (Рис. 2).

Варёные колбасы являются самым популярным видом колбасных изделий в России. Они пользуются спросом у всех возрастных групп и социальных слоёв населения. Высокая доля рынка вареных колбас указывает на потребительскую лояльность к колбасам подобного типа со стороны достаточно большого количества населения, особенно с относительно низким уровнем душевого дохода. Анализ статистики по производству вареных колбасных изделий в 2023 году показал рост производства по сравнению с 2022 годом с 1647,25 тыс. тонн до 1663,57 тыс. тонн 1% (Рис. 3). Наибольший абсолютный прирост продемонстрировал выпуск копченых колбас, их доля в структуре производства увеличивается. Общий прирост составил 2,3%.

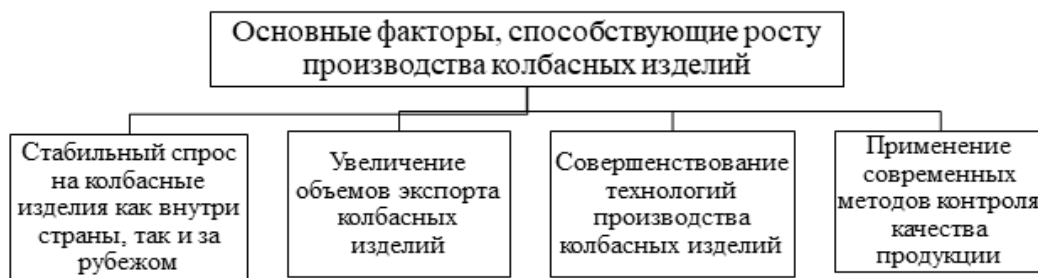


Рис. 1. Основные факторы, способствующие росту производства колбасных изделий

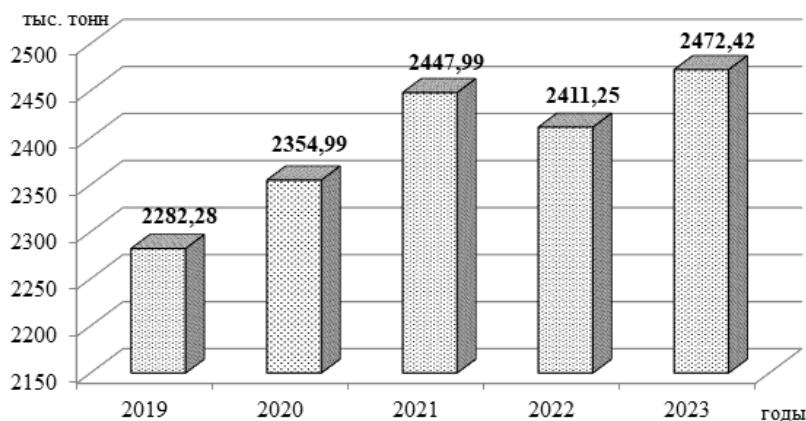


Рис. 2. Производство колбасных изделий, включая колбасные изделия для детского питания, тыс. тонн

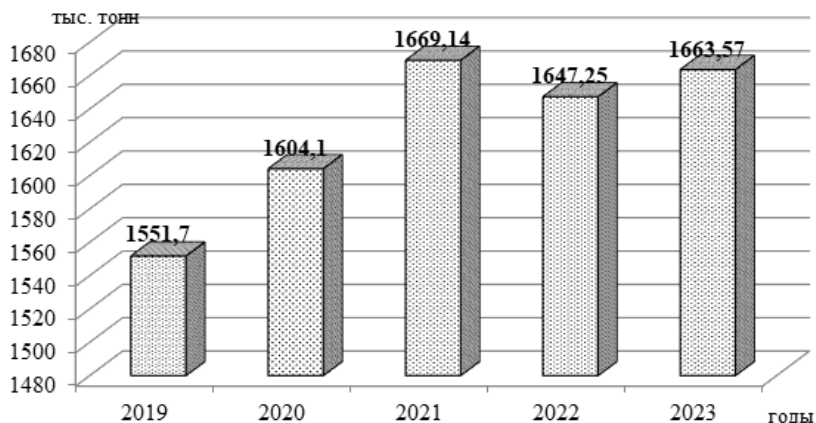


Рис. 3. Производство вареных колбасных изделий, в том числе фаршированных, тыс. тонн

Структура производства колбасных изделий весьма разнообразна (Рис. 4). Более 93% выпуска приходится на 6 видов продукции: 34% –вареные колбасы, 21% –сосиски, 11% –варено-копченые колбасы, 10% –полукопченые, 5% и 4% – сырокопченые колбасы и мясные сардельки.

В структуре производства колбасных изделий в России преобладают вареные колбасы. Основными потребителями колбасных изделий в России являются население страны и предприятия общественного питания.

По данным аналитического агентства «AnalyticResearchGroup», на долю 10 крупнейших производителей колбасной продукции в России приходится около 60% от общего объема производства.

ТОП-8 крупнейших производителей колбасной продукции в России в 2023 году: «Мираторг», «Черкизово», «Русагро», «Агро-Белогорье», «ПРО-ДО», «Останкинский мясоперерабатывающий комбинат», «Микоян», «Тавр».

Лидером рынка колбасной продукции в Рос-

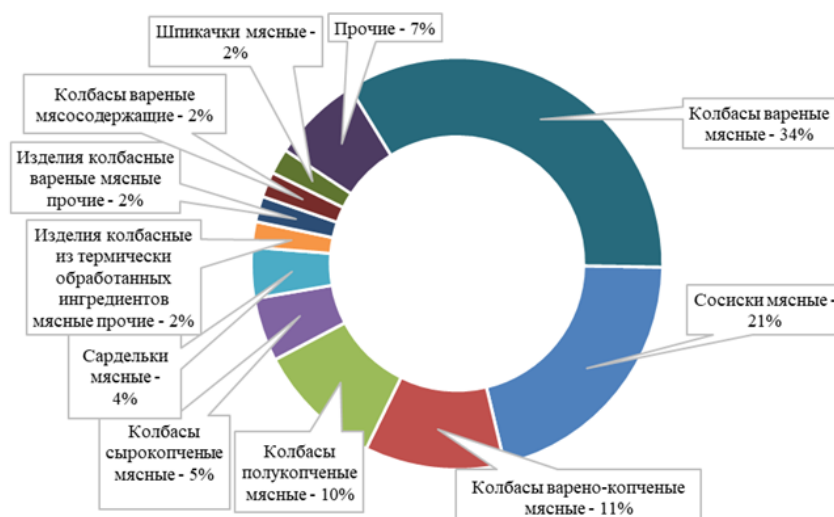


Рис. 4. Структура производства колбасных изделий, %

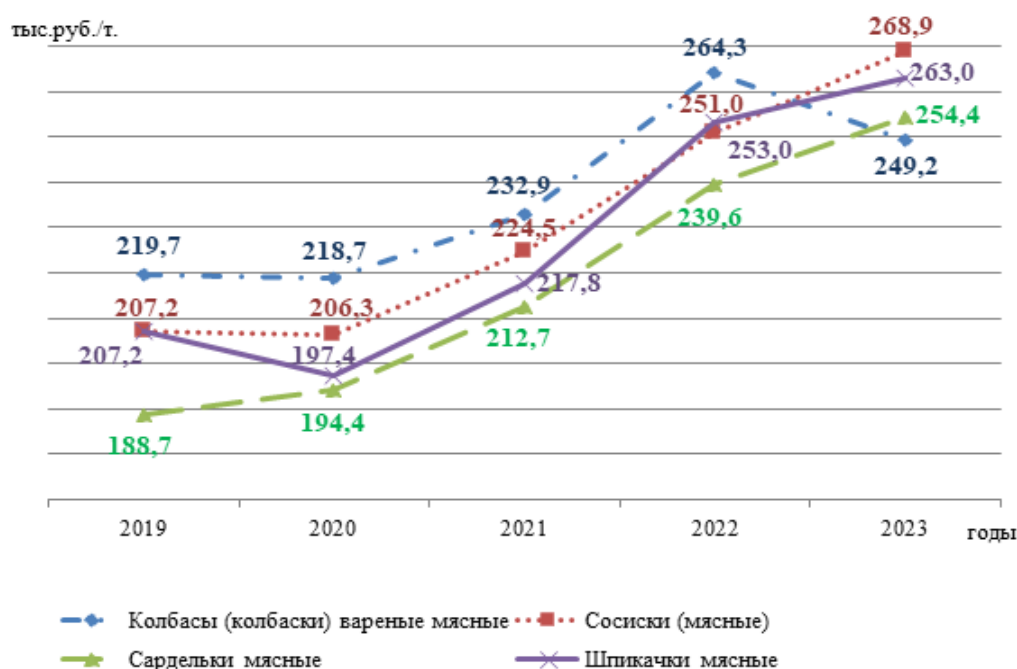


Рис. 5. Средние цены производителей на вареные колбасные изделия, тыс. руб./т.

сии является агрохолдинг «Мираторг». На его долю приходится около 21,4% от общего объема производства. На втором месте находится группа компаний «Черкизово», на третьем – «Русагро».

«Мираторг». Это самый крупный вертикально-интегрированный агрохолдинг в России. Компания «Мираторг» самостоятельно обеспечивает весь полный цикл – от создания кормов и разведения животных до мясопереработки и реализации готовых изделий в торговые сети. Колбасная продукция создается здесь из свинины и мраморной говядины с собственных ферм, и в ней используются только натуральные специи. Предлагаемый «Мираторгом» ассортимент колбас сегодня действительно очень широк.

«Черкизово». Производственные мощности Черкизовского мясоперерабатывающего завода расположены не только в столице, бренд представ-

лен в 15 регионах РФ. Колбасы ГК «Черкизово» делаются из свинины и мяса птиц. Номенклатура изделий от данной компании включает около 300 наименований. Ежегодно продукция «Черкизово» становится лауреатом престижных премий за высокое качество.

«Русагро». Мясное бизнес-направление ГК «Русагро» функционирует с 2008 года. Оно представлено тремя кластерами: один расположен в Тамбовской области, второй — в Белгородской области, третий — в Приморском крае (он запущен относительно недавно — в 2021-м, здесь производят 75 000 тонн свинины в живом весе ежегодно. Колбаса и прочая мясная продукция выпускается ГК «Русагро» под брендом «Слово мясника».

«Агро-Белогорье». Под управлением агропромышленной компании «Агро-Белогорье» находятся более 20 свиноводческих комплексов. Сред-

немесячная численность поголовья здесь — 1 300 000 голов. По данным самой компании, в год здесь перерабатывается 170 000 тонн мясной продукции. Общая численность сотрудников компании сейчас превышает более 9 000 человек.

Группа «ПРОДО». «ПРОДО» выпускает свыше 1700 наименований изделий, которые продаются в 65 регионах нашей страны. Именно этой группе принадлежат бренды «Омский бекон», «Чёрный кабан», «Троекурово», «Рококо», «Ясная горка». Следует также отметить, что не так давно производство ГК «ПРОДО» было расширено – в августе 2023-го на свиноводческом комплексе «Омский бекон» начали работать две новые площадки откорма, каждая рассчитана на 1 700 голов.

В настоящий момент в РФ зарегистрировано около 2 000 компаний — производителей колбасных изделий. С одной стороны, маркетологи отмечают на этом рынке рост доверия к продукции локальных, региональных брендов. Но и крупные компании сдавать свои позиции, конечно, ни в коем случае не собираются. Это обеспечивает высокую конкуренцию (хотя она обуславливается и другими факторами, например, ограниченными сроками хранения колбас). При этом далеко не все представленные на магазинных полках изделия обладают идеальным качеством. В продукции некоторых производителей, к сожалению, находят запрещённые добавки (скрытые красители, антибиотики). Еще одной проблемой в колбасном производстве является импортозависимость в сфере цехового оборудования. Впрочем, со временем она уменьшается — многие предприятия находят достаточно качественные российские решения вместо зарубежных.

Впрочем, несмотря на все трудности, рынок колбасных изделий в России будет и далее увеличиваться в объёмах. С учётом динамики производства в первом квартале 2024 года агентство «Агроан» прогнозирует, что производство колбасных изделий 2024 году в России окажется на уровне 2 575 200 тонн, а годовое производство колбасных изделий в России к 2028 году составит не меньше 2 795 896 тонн.

Конечно, определённое влияние на перспективы рынка оказывают и новые технологии. Внедрение роботизированных систем и инновационных автоматизированных линий позволит существенно повысить производительность и качество продукции. В свою очередь применение на практике новых методов переработки даст возможность создавать новые продукты с улучшенными вкусовыми качествами и с увеличенным сроком годности. А в отдалённой перспективе на этом рынке, вероятно, будет использоваться и 3D-печать продуктов.

Российский рынок колбасных изделий в текущей ситуации демонстрирует положительную тенденцию роста своей объёмности, средних контрактных цен при экспорте продукции за рубеж и

контрактных цен на импортируемую продукцию. В то же время средние цены производителей колбасных изделий характеризуются относительной стабильностью. Средние цены производителей на большинство видов вареных колбасных изделий в 2023 году выросли (Рис. 5). Цены на сосиски, сардельки, шпикачки в среднем выросли на 6% к уровню 2022 года. В сегменте вареных мясных колбас на протяжении всего года сохранялась тенденция снижения цены, и за 12 месяцев цена снизилась на 6% к уровню 2022-го.

Рост цен производителей на варено-копченые и полукопченые колбасы сопровождался снижением цен на сырокопченую колбасу (-16% в среднем за год). В первой половине 2023 года индексы цен производителей в сегменте копченых мясных колбас показали снижение относительно аналогичного периода 2022-го. На конец 2023 года потребительские цены на колбасные изделия выросли на 6,8%, что ниже, чем в декабре 2022 года. В 2023 году рост потребительских цен на колбасные изделия был ниже инфляции.

В первом полугодии 2024 г. средние цены производства на все виды рассматриваемых вареных колбасных изделий выросли по отношению к первому полугодью 2023 года. Например, на сосиски, сардельки и шпикачки – на 9,3%, что выше, чем за аналогичный период предыдущего года. Наибольший рост отмечен в сегменте полукопченых и варено-копченых колбас – рост на 18% к аналогичному периоду 2023 года.

Выводы

1. Производство колбасных изделий в 2023 году выросло по сравнению с 2022 с 2411,25 тыс. тонн до 2472,42 тыс. тонн, увеличение составило 2,5%. Рынок колбасных изделий в 2024 году демонстрирует уверенный рост практически во всех сегментах, что свидетельствует о стабильном спросе на продукцию этой категории.

2. В настоящее время рынок колбасных изделий в России практически полностью обеспечивается продукцией отечественных производителей.

3. Внедрение роботизированных систем и инновационных автоматизированных линий в колбасном производстве позволит существенно повысить производительность и качество продукции.

4. С учётом динамики производства в первом квартале 2024 года агентство «Агроан» прогнозирует, что производство колбасных изделий в 2024 году в России окажется на уровне 2 575 200 тонн, а годовое производство колбасных изделий в России к 2028 году составит не меньше 2 795 896 тонн.

Литература

- [1] Иванова А.Ю. Колбасы и их роль в обеспечении продовольственной безопасности // Современная техника и технологии. – 2012. – № 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2012/05/950> (дата обращения: 11.09.2024).
- [2] Зимняков, В.М. Производство колбасных изделий Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей 3-ей Всероссийской конференции / МНИЦ ПГСХА. – Пенза РИО ПГСХА, 2015. – С.51-54. – EDN TYHFHH.
- [3] Зимняков, В.М. Колбасные оболочки для производства сарделек / В сборнике Инновационная технология в АПК: Теория и практика. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 165-169. – EDN XNPXWP.
- [4] Зимняков, В.М. Производство колбасных изделий в России / В.М. Зимняков // Инновационная техника и технология. 2020. – № 1 (22). – С. 49-54. – EDN UMMSPB
- [5] Зимняков В.М., Курочкин А.А. Состояние производства колбасных изделий в России // Инновационная техника и технология. – 2021. Т. 8. – № 3. – С. 50–55. – EDN BRDODQ.
- [6] Кашкынбай К.У., Алтайұлы С., Куцова А.Е., Смагулова М.Е. РАЗРАБОТКА Технологии вареных колбасных изделий с использованием семян кунжута // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 3-3. – С. 52-56; URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=2008> (дата обращения: 05.11.2024). – EDN ZYERVN.
- [7] Котарев, А.В. Рынок колбасных изделий России: динамика, тенденции, перспективы / А.В. Котарев / Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2. – С. 40-45. – EDN MPHIE.
- [8] Курмаев, Д.А. Оценка качества вареной колбасы «Докторская» разных производителей / Д.А. Курмаев, В.М. Зимняков // Сборник Международной научно-практической конференции. ТОМ III / Пензенский ГАУ. – Пенза: ПГАУ, 2022. С. 24-27. – EDN ODSOVO.
- [9] Резниченко И.Ю., Донченко Т.А. Мониторинг качества и безопасности колбасных изделий. Инновации и продовольственная безопасность. – 2023– №(4) – С. 25-33. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2023-42-4-25-33>. – EDN FYLXHC.
- [10] Слепченко, А.А. Производство и потребление колбасных изделий / А.А. Слепченко // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник статей Международной научно-

References

- [1] Ivanova A.Y. Sausages and their role in ensuring food security // Modern technology and technologies. – 2012. – No. 5 [Electronic resource]. URL: <https://technology.snauka.ru/2012/05/950> (date of reference: 09/11/2024).
- [2] Zimnyakov, V.M. Sausage production Innovative technologies in agriculture: theory and practice: collection of articles of the 3rd All-Russian Conference / MNITS PGSHA. – Penza RIO PGSHA, 2015. – pp.51-54. – EDN TYHFHH.
- [3] Zimnyakov, V.M. Sausage casings for the production of sausages / In the collection Innovative technology in agriculture: Theory and practice. Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference. – 2018. – pp. 165-169. – EDN XNPXWP.
- [4] Zimnyakov, V.M. Production of sausage products in Russia / V.M. Zimnyakov // Innovative technique and technology. 2020. – № 1 (22). – Pp. 49-54. – EDN UMMSPB.
- [5] Zimnyakov V.M., Kurochkin A.A. The state of sausage production in Russia // Innovative technique and technology. – 2021. Vol. 8. – No. 3. – pp. 50-55. – ED BRDODQ.
- [6] Kashkynbai K.U., Altayuly S., Kutsova A.E., Smagulova M.E. DEVELOPMENT of Technology of boiled sausage products using sesame seeds // Scientific Review. Pedagogical sciences. – 2019. – No. 3-3. – pp. 52-56; URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=2008> (date of application: 05.11.2024). – EDN ZYERVN.
- [7] Kotarev, A.V. The sausage market of Russia: dynamics, trends, prospects / A.V. Kotarev / Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2020. – No. 2. – pp. 40-45. – EDN MPHIE.
- [8] Kurmaev, D.A. Evaluation of the quality of boiled sausage «Doktorskaya» from different manufacturers / D.A. Kurmaev, V.M. Zimnyakov // Collection of the International scientific and practical conference. VOLUME III / Penza State University. – Penza: PGAU, 2022. pp. 24-27. – EDN ODSOVO.
- [9] Reznichenko I.Yu., Donchenko T.A. Monitoring the quality and safety of sausage products. Innovation and food security. – 2023– No.(4) – pp. 25-33. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2023-42-4-25-33>. – EDN FYLXHC.
- [10] Slepchenko, A.A. Production and consumption of sausage products / A.A. Slepchenko // Innovative ideas of young researchers for the agro-industrial complex of Russia: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference on March 28-29, 2019 RIO PGAU, 2019. - EDN DMWSZM.
- [11] Turkin V.N., Solodkov V.P. World experience and problems of agroconsulting in Russia // Development of scientific and resource potential of agricultural production: Priorities and technologies: materials of the First National Scientific and Practical Conference with international participation dedicated to the memory of

практической конференции 28-29 марта 2019 г. РИО ПГАУ, 2019. – EDN DMWSZM.

- [11] Туркин В.Н., Солодков В.П. Мировой опыт и проблемы агроконсалтинга в России // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: Приоритеты и технологии: материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. – 2021. – С. 311-315. – EDN ORCBAH.

- [12] Туркин В.Н., Карпова А.К. Анализ рынка колбас и производства варено-копченой колбасы «Московская» Туркин В.Н., Карпова А.К. В сборнике: Приоритетные задачи научно-технологического развития агропромышленного комплекса. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук и Дню Российской науки. Улан-Удэ, 2024. – С. 268-273. – EDN XGOWEF.

Doctor of Technical Sciences, Professor N.V. Byshov. - 2021. – pp. 311-315. – EDN ORCBAH.

- [12] Turkin V.N., Karpova A.K. Analysis of the sausage market and the production of boiled and smoked sausage «Moskovskaya» Turkin V.N., Karpova A.K. In the collection: Priority tasks of scientific and technological development of the agro-industrial complex. Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences and the Day of Russian Science. Ulan-Ude, 2024. – pp. 268-273. – EDN XGOWEF.

Сведения об авторах

Information about the authors

Зимняков Владимир Михайлович доктор экономических наук профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru	Zimnyakov Vladimir Mikhailovich D.Sc. in Economics professor at the department of «Agricultural products processing» Penza State Agrarian University Phone: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru
--	---

Особенности производства сыровяленых колбас

Зимняков В.М.

Аннотация. В статье отмечены польза и достоинства сыровяленых колбас. Рассмотрены особенности технологического процесса производства сыровяленых колбас. Описаны рецептуры и технология производства сыровяленых колбас с пониженным содержанием жира повышенной биологической ценности. Перечислены преимущества применения защитного покрытия ПОЛИСВЭД. Использование новых способов производства сыровяленых колбас с применением растительных добавок позволяет улучшать качественные показатели продукта. Рассмотрены возможности использования пряно-ароматических смесей. Использование пряно-ароматических смесей позволяет выпускать новые качественные продукты с оригинальными вкусами. В статье исследуются вопросы обеспечения выпуска безопасной и качественной колбасной продукции. Выделены основные факторы, влияющие на показатели качества при выработке сыровяленых колбас. Выявлены критические контрольные точки (ККТ) при производстве сыровяленых колбас. При анализе этапов производства сыровяленых колбас и выявлении критических контрольных точек были выявлены 4 ККТ, а также предложены способы для предотвращения и минимизации рисков.

Ключевые слова: сыровяленые колбасы, производство, технологический процесс, ферментация, качество, безопасность, контрольная точка.

Для цитирования: Зимняков В.М. Особенности производства сыровяленых колбас // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 55–62.

Features of the production of cured sausages

Zimnyakov V.M.

Abstract. The article highlights the benefits and advantages of cured sausages. The features of the technological process of production of cured sausages are considered. The formulations and production technology of dried sausages with a reduced fat content of increased biological value are described. The advantages of using a POLYSWED protective coating are listed. The use of new methods for the production of cured sausages with the use of vegetable additives makes it possible to improve the quality of the product. Considered possibilities of using spicy-aromatic mixtures. The use of spicy-aromatic mixtures allows us to produce new high-quality products with original flavors. The article examines the issues of ensuring the production of safe and high-quality sausage products. The main factors influencing the quality indicators in the production of cured sausages are highlighted. Critical control points (CCTS) in the production of cured sausages have been identified. When analyzing the stages of production of cured sausages and identifying critical control points, 4 CCTS were identified, and methods for preventing and minimizing risks were proposed.

Keywords: cured sausages, production, technological process, fermentation, quality, safety, control point.

For citation: Zimnyakov V.M. Features of the production of cured sausages. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 55–62. (In Russ.).

Введение

Среди мясопродуктов наиболее популярными у населения являются колбасы. Следует отметить роль и значение колбас в рационе человека. В наше время жизнь очень динамична и мы постоянно ощущаем нехватку времени. По данным статистики, более 55 % потребителей отмечают тот факт, что колбасные изделия присутствуют в их ежедневном рационе, более 15 % потребляют колбасные изделия не реже 1-2 раз в неделю. С каждым годом производство колбас увеличивается на 10-15 %. [6,7]. Сыровяленые колбасы из красного мяса являются самыми безвредными. Производство включает в себя только процесс продолжительной сушки. На этот продукт идут лишь высшие сорта говядины, свинины, баранины, а нередко и конины. Поэтому по цене такая продукция — из самых дорогих. Все, что дешевле 900 рублей за килограмм — это уже подделка, связанная с использованием низкосортного мяса, а, возможно, и с нарушением технологии. Сыровяленая колбаса очень полезна, так как из-за отсутствия термообработки в ней сохраняются все полезные вещества, которые есть в мясе.

Целью работы является изучение особенностей производства сыровяленых колбас.

Объекты и методы исследования

Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований. Методикой исследования служили методы экономико-статистического, логического функционального анализа, объединенные общностью системного подхода к проблемам производства сыровяленых колбас.

Результаты и их обсуждение

Сыровяленые колбасы обладают рядом преимуществ для здоровья человека. Главным достоинством этого продукта является богатый витаминный состав. В ней содержатся витамины группы В: В1, В2, В3, В5, В9 и В12 (Рис.1).

Нельзя не отметить и высокое содержание белка в этом деликатесе. В 100 граммах свинины, из которой изготавливается колбаса, содержится целых 20 грамм белка. А белок, как известно, — важнейший строительный материал для нашего организма. Благодаря такому богатому составу, сыровяленая колбаса может стать ценным элементом сбалансированного рациона. Конечно, не стоит забывать об умеренности, ведь этот продукт достаточно калорийный. Сыровяленые колбасы обладают полезными свойствами благодаря высокому содержанию витаминов группы В и белка и являются ценным элементом сбалансированного рациона.

Перспективным направлением в расширении сырьевой базы для сыровяленых колбас является

использование баранины от взрослых овец в производстве мясных изделий, что поможет решить проблему дефицита сырья и повысить экономические показатели производителей, не снизив при этом пищевой ценности готовой продукции. Результаты анализа химического состава показывают, что содержание влаги в сыровяленых колбасах из мяса взрослых овец на 7,95 % ниже, чем из мяса молодняка, что позволяет увеличить сроки их хранения. Калорийность сыровяленых колбас из мяса взрослых животных выше, чем из мяса молодой баранины, за счет большего содержания жира (на 1,22 %) и белка (на 6,96 %). Сыровяленые колбасы из баранины от взрослых животных по содержанию витаминов и минеральных веществ (кальция, фосфора, калия, цинка) превосходят продукты из баранины от молодняка [3].

В результате проводимых исследований по совершенствованию существующих и производства новых видов сыровяленых колбас была разработана новая технология сыровяленой колбасы «Горная» с сокращенным циклом производства и длительным сроком хранения. Для приготовления колбас использовались свежая созревшая говядина и свежее бараний курдюк, чеснок, лук, специи высокого качества, а также молочная сыворотка, отсутствие вкусовых усилителей, красителей, растительных белков, ГМО, которые позволяют получать экологически безопасный продукт с длительным сроком хранения с сохранением высоких качественных показателей. Сокращение цикла производства и длительность сроков хранения сыровяленых колбас обеспечили: - добавление молочной сыворотки, которая ускоряет созревание колбасного фарша и гарантирует санитарно-гигиеническое состояние продукта; - использование переносной гелиосушильной установки обеспечивающая ускоренное удаление влаги в процессе вяления колбас; - использование натуральных кишеоболочек [5].

Авторами работы [2] разработана технология сыровяленой колбасы «Суджук «Золотаревский» с



Рис.1. Польза сыровяленых колбас

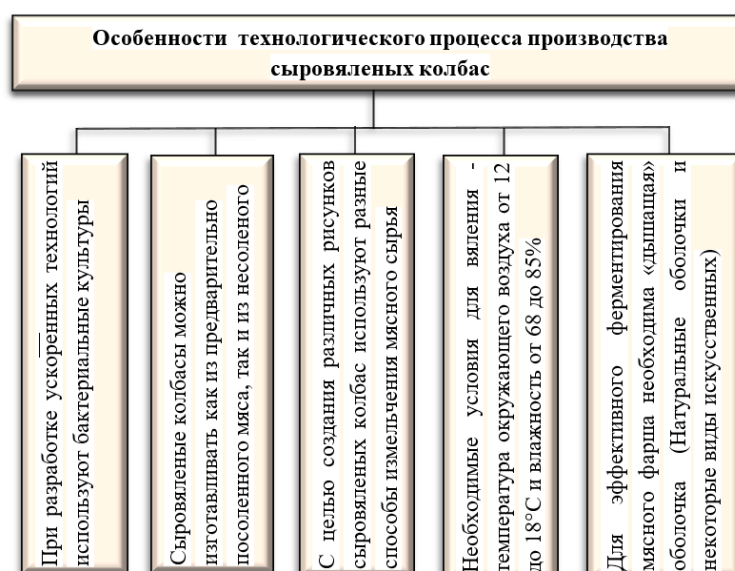


Рис. 2. Особенности технологического процесса производства сыровяленых колбас

добавлением экструдированного нута Цель работы — выявить влияние замены растительного сырья в количестве 5% от мясного сырья на скорость сушки и изменение содержания белка в готовом продукте в зависимости от рецептуры образца колбасного изделия. Для определения кинетики сушки был сделан расчет массовой доли влаги в продукте, и осуществлен экспериментальный замер до момента, как её уровень достиг расчетного. Также произведено измерение pH продукта. В ходе работы определены органолептические, физико-химические и микробиологические показатели колбасных изделий, изготовленных с добавлением нутевого экстракта. Результаты работы показывают, что добавление растительного компонента положительно влияет на скорость сушки, а также повышает содержание белка в готовом колбасном изделии. Следовательно, был получен продукт высокого качества по ускоренной технологии. В результате эксперимента был сделан вывод, что у опытного образца процесс сушки длится 18 дней и является самым коротким, в сравнении с другими образцами. Снижение продолжительности сушки происходит за счет добавления экструдированного нута и бактериального препарата. Таким образом, в ходе исследования была разработана технология сыровяленной колбасы «Суджук «Золотаревский» с добавлением экструдированного нута. Внесение 5% экструдированного нута взамен мясного сырья (говядины) позволило получить продукт с хорошими органолептическими характеристиками, сократив продолжительность сушки на 8 суток. Это объясняется добавлением экструдированных бобов нута в сухом виде, которые поглощают часть влаги, что ускоряет сушку колбасных изделий. Повышенная кислотность продукта не ухудшает органолептические показатели готового продукта и соответствует кислотности, характерной для продуктов, содержащих в своем составе нут. При 5% добавлении нутевого экстракта и бактериального препарата

скорость сушки повышается на 31% и, в результате, на 8 дней быстрее. Предлагается внедрить в производство сыровяленные колбасы с использованием нутевого экстракта. Разработана технология сыровяленной колбасы «Суджук «Золотаревский» с заменой мясного сырья (говядины) на экструдированный нут в количестве 5% [8].

Сыровяленные колбасы являются одним из самых древних видов колбас, производство которых всегда считалось венцом мастерства любого изготовителя колбас. Сыровяленные колбасы - мясной продукт, вызревающий с помощью молочнокислых бактерий. Эти колбасы отличаются от других сравнительно плотной консистенцией, приятным специфическим острым запахом и вкусом. Сыровяленные продукты благодаря отсутствию термической обработки имеют высокую биологическую ценность. Использование каррагинана в качестве пластификатора в технологии ускоренного получения сыровяленных продуктов позволяет сохранить. Добавление каррагинана в качестве пластификатора в сыровяленное безоболочное колбасное изделие не ухудшило внешний вид готового продукта, а также придало более выраженный вкус и запах специй, цвет, присущий сыровяленной безоболочной колбасы высокую пищевую ценность мясного продукта, присущую собственно мясу [2].

Предложен новый способ производства сыровяленной колбасы «Сальчичон», где на последнем этапе производства в его состав вводится экстракт мускатного ореха, что позволило улучшить качественные показатели продукта. Проведенное нами исследование показало, что ввиду быстрого выветривания запаха муската, необходимо в сыровяленную колбасу «Сальчичон» вносить не 3%, а 5% экстракт мускатного ореха. Научно-практические аспекты производства сыровяленной колбасы «Сальчичон» показали, что внесение в нее экстракта мускатного ореха вполне оправдано, так как он привносит особый вкус, обладает даже целебными



Рис. 3. Преимущества применения защитного покрытия ПОЛИСВЭД

свойствами. Целесообразность предлагаемого способа подтверждается исследованием органолептических, физико-химических и микробиологических показателей, а экономические показатели повысятся вследствие улучшения вкуса и аромата сыровяленной колбасы «Сальчичон» [10].

Особенности технологического процесса производства сыровяленных колбас представлены на рис. 2.

Разработаны рецептуры и технология производства сыровяленных колбас с пониженным содержанием жира повышенной биологической ценности. Для их изготовления использованы говядина, свинина, шпик, препарат бактериальный сухой для производства мясных продуктов (ПБ-МП), аминокислота глицин, концентрат лактулозы, витамин Е, лизоцим, вкусоароматические эмульсии, белок соевый изолированный. Указанные виды нетрадиционных для ферментированных видов колбас белково-углеводных компонентов выбраны в результате аналитико-экспериментальных исследований. Основаны и определены их дозировки в составе комплексов с учетом их свойств и особенностей мясного сырья, направления оптимизации параметров основных технологических операций, что в совокупности гарантировало улучшение таких показателей, как цвет, вкус, запах, консистенция при одновременном сокращении продолжительности сушки и высоком уровне санитарно-гигиенических характеристик безопасности готовой продукции. Применение лактулозы, лизоцима, глицина в комплексе с ПБ-МП обеспечило не только улучшение органолептических показателей, но и позволило ингибировать развитие нежелательной микрофлоры, процессы окисления липидов, а также способствовало развитию молочнокислых микроорганизмов. Полученные результаты подтвердили целесообразность применения указанных видов добавок для ускоре-

ния автолитических процессов и сокращения продолжительности сушки сыровяленных колбас [13].

Большое значение для обеспечения качества сыровяленных колбас имеет разработка нового поколения биологически активных композиций для защиты поверхности от поражения различными микроорганизмами. Увеличение сроков годности связано с подавлением деятельности нежелательных микроорганизмов при производстве и хранении продуктов.

В результате исследований и апробации разработанных рецептур и технологических режимов в производственных условиях мясоперерабатывающих заводов были разработаны латексный пленкообразующий состав ПОЛИСВЭД и технология его применения при изготовлении сырокопченых и сыровяленных колбас. ПОЛИСВЭД — это водная дисперсия экологически безопасных полимеров, модифицированная биологически активными добавками и фунгистатическими комплексами (Рис. 3).

Оптимальный результат использования ПОЛИСВЭД зависит от технологических параметров производства сырокопченых и сыровяленных колбас, а также от вида применяемой оболочки.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что латексный пленкообразующий состав защищает продукт от поражения плесневыми грибами и другой микрофлорой, сохраняет привлекательный внешний вид и сокращает потери массы готового продукта при хранении на 4–5 % [12]. Немаловажное значение при производстве сыровяленных колбас имеет использование пряно-ароматических смесей (Рис.4).

Использование пряно-ароматических смесей позволяет выпускать новые качественные продукты с оригинальными вкусами.

Целью технологической разработки является создание ассортимента сыровяленного суджук из полужирной свинины и говядины первой, второй



Рис.4. Возможности использования пряно-ароматических смесей

категорий. В состав позиций ассортимента в качестве добавки входят натуральные растительные компоненты, такие как можжевельник и барбарис. Заявленная технологическая разработка позволит сократить стоимость колбасных изделий без замены мясного сырья на растительные компоненты и придать продукту функциональные свойства. Можжевельник обогащает продукт марганцем, медью, железом. Органическими кислотами: уксусной кислотой, муравьиной и яблочной. Есть в можжевельнике и достаточное количество витаминов, в 100 г ягод присутствует почти тройная суточная доза витамина С. Внесение в рецептуру барбариса обогащает продукт природными витаминами, а также дает возможность убрать из рецептуры нитрит натрия за счет содержания красящего пигмента β -каротина. Кроме того, витамины С и бета-каротин являются природными антиоксидантами, способными разрушать свободные окислительные радикалы, которые образуются при действии на организм различных повреждающих факторов [4].

Автором исследования [1] рассмотрена возможность замены сахара при производстве сыровяленых колбас на плодовые порошки яблока и вишни с целью изучения их влияния на скорость изменения снижения водородного показателя мясного фарша сыровяленых колбас в процессе ферментации. Применение яблочного и вишневого порошка взамен сахара при производстве сыровяленых колбасных изделий, способствовало более быстрому снижению pH по сравнению с контрольным образцом, содержащим сахар. Но необходимо проведение дальнейших исследований по определению оптимального и технологически обоснованного способа применения порошка плодов при производстве сыровяленых колбас [1].

Изучено влияние введения в рецептуру сыровяленых колбас сухих измельченных ягод черной смородины. Проведено исследование органолепти-

ческих, физико-химических показателей. Отмечено улучшение сенсорных показателей, возросло количество витаминов и минеральных веществ. Введение измельченных сухих ягод черной смородины способствует повышению пищевой и биологической ценности, улучшению органолептических показателей, расширению ассортимента мясных продуктов [14].

Сыровяленые колбасы не являются продукцией массового спроса, но считаются деликатесами и группой премиум-сегмента, к которой покупатели предъявляют особые требования.

Применение способов интенсификации на основании знаний сущности происходящих физико-химических, биохимических превращений в сырье позволяют совершенствовать технологический процесс производства и формировать гарантированное качество готовых изделий. Независимо от того применяются ли способы интенсификации при производстве колбас на предприятии, повышенное внимание должно уделяться соблюдению санитарно-гигиенических требований условий на производстве [11]. Авторами исследования [9] выявлены критические контрольные точки (ККТ) при производстве сыровяленых колбас и предложены способы минимизации рисков (Рис.5).

На входном этапе: 1. Контроль мясного сырья и ингредиентов по микробиологическим показателям. В качестве способа предотвращения рисков предлагается использование сырья только от проверенных поставщиков, наличие сопроводительной документации на сырье, проведение микробиологического анализа поступающего на предприятие сырья.

На технологическом этапе: 2. Контроль внесения ингредиентов в фарш – нитритной соли, специй и стартовой культуры. Способ предотвращения рисков: внесение в фарш точно отмеренного количе-



Рис. 5. Контрольные точки при производстве сыровяленых колбас

ства соли, специй и стартовой культуры, не допускающая отхождений от рецептуры.

3. Контроль структуры фарша для обеспечения однородности фарша по всему объему продукта. В качестве способа предотвращения рисков предлагается: соблюдение временных и температурных режимов при фаршесоставлении. 4. Контроль температурно-влажностных режимов при сушке колбасных батонов для предотвращения их от порчи и пересыхания. Способ предотвращения рисков: периодический контроль датчиков температуры и влажности в сушильных камерах, обеспечение постоянного движения воздуха в камере для удаления лишней влажности.

При анализе этапов производства сыровяленых колбас и выявлении критических контрольных точек были выявлены 4 ККТ, а также предложены способы для предотвращения и минимизации рисков.

Таким образом, был проведен сбор информации по технологии производства сыровяленых колбас, выделены этапы технологического производства и на основе системы управления качеством

ХАССП был разработан план производства продукта согласно которому, соблюдая необходимые меры по предотвращению рисков, можно будет произвести безопасные сыровяленые колбасы надлежащего уровня качества [9].

Выводы

1. Сыровяленые колбасы обладают полезными свойствами благодаря высокому содержанию витаминов группы В и белка и являются ценным элементом сбалансированного рациона.

2. Применение способов интенсификации физико-химических, биохимических превращений в сырье позволяет совершенствовать технологический процесс производства сыровяленых колбас.

3. Использование новых способов производства сыровяленых колбас с применением растительных добавок позволяет улучшать качественные показатели продукта.

4. Выявление критических контрольных точек (ККТ) при производстве сыровяленых колбас позволяет предложить способы минимизации рисков.

Литература

- [1] Богданова, Ю.И. Влияние плодовых порошков на ферментативные процессы в сыровяленых колбасах / Ю.И. Богданова // Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. – 2023. – № 1. – С. 32-36. – EDN JAXMVW.
- [2] Варивода Л.В. Использование каррагинана как пластификатора в технологии вяленых колбасных изделий В сборнике: Многополярный мир в фокусе новой действительности. Материалы XIII

References

- [1] Bogdanova, Yu.I. The effect of fruit powders on enzymatic processes in cured sausages / Yu.I. Bogdanova // International Scientific and Practical Conference of Young scientists and specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences JAXMVW.. - 2023. – No. 1. – pp. 32-36. – EDN
- [2] Varivoda L.V. The use of carrageenan as a plasticizer in the technology of cured sausages In the collection: A multipolar world in the focus of a new reality. Materials of the XIII Eurasian Economic Youth Forum. Ural State University of Economics. Yekaterinburg, 2023. pp. 5-7. – EDN ZBHXRQ.

- Евразийского экономического форума молодежи. Уральский государственный экономический университет. Екатеринбург, 2023. С. 5-7. – EDN ZBNXRQ.
- [3] Гиро, Т.М., Буттаева Н.А. Оптимизация рецептур сыровяленых колбас из баранины // Мясная индустрия. – 2010. – № 4. – С. 20-22. – EDN MVCQFX.
- [4] Гребенникова, Ю.Д. Изделия колбасные сыровяленые функциональной направленности / Ю.Д. Гребенникова // В книге: Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета. Тезисы докладов. Редколлегия: А.В. Навроцкий (отв. ред.) [и др.]. 2018. – С. 240-241. – EDN OTHLKN.
- [5] Дабузова Г.С., Алигазиева П.А., Омаров Ш.К., Алимгомедова С.М. Технология производства сыровяленой колбасы «Горная» // Проблемы развития АПК региона. – 2019. – № 2 (38). – С. 262-266. СНАХНТ.
- [6] Иванова А.Ю. Колбасы и их роль в обеспечении продовольственной безопасности // Современная техника и технологии. 2012. № 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2012/05/950> (дата обращения: 11.09.2024).
- [7] Зимняков, В. М. Производство колбасных изделий / В. М. Зимняков // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 26–27 марта 2015 года. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 51-54. – EDN TYHFHH.
- [8] Золотарева Т.В., Храмова В.Н., Селезнева Е.А. Исследование влияния замены растительного сырья на качество изделий колбасных сухих сыровяленых // Все о мясе. – 2017. – № 3. – С. 36-39. – EDN YUPZCN.
- [9] Роман И.В., Нигматуллин Р.И. Управление качеством сыровяленых колбас на основе системы HACCP // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции. ЙОШКАР-ОЛА, 2022. – С. 244-247. – EDN VWCFFK.
- [10] Стромская Л.И. Эффективность внесения пищевой добавки экстракта мускатного ореха при производстве сыровяленой колбасы в условиях ООО «Ярск» // В сборнике: Студенческая наука - взгляд в будущее. Материалы XVI Всероссийской студенческой научной конференции. Красноярск, 2021. – С. 462-466. – EDN WGUBP.
- [11] Тараканов, Е.А., Зубаирова Л.А. Управление качеством и безопасностью при производстве
- [3] Giro, T.M., Buttaeva N.A. Optimization of recipes for cured lamb sausages // Meat industry. - 2010. – No. 4. – pp. 20-22. – EDN MVCQFX.
- [4] Grebennikova, Yu.D. Cured sausage products of functional orientation / Yu.D. Grebennikova // In the book: Review-competition of scientific, design and technological works of students of Volgograd State Technical University. Abstracts of the reports. Editorial board: A.V. Navrotsky (ed.) [et al.]. 2018. – pp. 240-241. – EDN OTHLKN.
- [5] Dabuzova G.S., Aligazieva P.A., Omarov Sh.K., Alimagomedova S.M. Technology of production of dried sausage «Gornaya» // Problems of development of agroindustrial complex of the region. – 2019. – № 2 (38). – Pp. 262-266. CHAXHT.
- [6] Ivanova A.Y. Sausages and their role in ensuring food security // Modern technology and technologies. 2012. No. 5 [Electronic resource]. URL: <https://technology.snauka.ru/2012/05/950> (date of reference: 09/11/2024).
- [7] Zimnyakov, V. M. Production of sausage products / V. M. Zimnyakov // Innovative technologies in agriculture: theory and practice: collection of articles of the III All-Russian scientific and practical conference, Penza, March 26-27, 2015. – Penza: Penza State Agricultural Academy, 2015. – pp. 51-54. – EDN TYHFHH.
- [8] Zolotareva T.V., Khramova V.N., Selezneva E.A. Investigation of the effect of replacing vegetable raw materials on the quality of dry cured sausage products // All about meat. - 2017. – No. 3. – pp. 36-39. – EDN YUPZCN.
- [9] Roman I.V., Nigmatullin R.I. Quality management of cured sausages based on the HACCP system // In the collection: Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. Materials of the international scientific and practical conference. YOSHKAR-OLA, 2022. – pp. 244-247. – EDN VWCFFK.
- [10] Stromskaya L.I. The effectiveness of introducing a nutmeg extract food additive in the production of cured sausage in the conditions of Yarsk LLC // In the collection: Student Science - a look into the future. Materials of the XVI All-Russian Student Scientific Conference. Krasnoyarsk, 2021. – pp. 462-466. – EDN WGUBP.
- [11] Tarakanov, E.A., Zubairova L.A. Quality and safety management in the production of smoked and cured sausages // In the collection: The generation of the future: The view of young scientists-2023. Collection of scientific articles of the 12th International Youth Scientific Conference. In 4 volumes. Kursk, 2023. – pp. 179-181. – EDN VWCFFK.
- [12] Fedotova, A.V. Polisved - safety and quality of smoked and cured sausages / A.V. Fedotova // The meat industry. - 2010. – No. 10. – pp. 14-15. – EDN KVKAOT.
- [13] Khramchenko, S.V. Avdeeva, T.V. Features of the technology of cured sausages with a reduced fat content // Izvestiya of higher educational institutions. Food technology. – 2006. – № 4 (293). – Pp. 120-121. – EDN KVKAOT.

- сырокопченных и сыровяленых колбас // В сборнике: Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2023. Сборник научных статей 12-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Курск, 2023. – С. 179-181. – EDN VWCFKP.
- [12] Федотова, А.В. Полисвэд - безопасность и качество сырокопченных и сыровяленых колбас / А.В. Федотова // Мясная индустрия. – 2010. – № 10. – С. 14-15. – EDN KVKAOT.
- [13] Храмченко, С.В. Авдеева Т.В. Особенности технологии сыровяленых колбас с пониженным содержанием жира // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2006. – № 4 (293). – С. 120-121. – EDN KVKAOT.
- [14] Шитик, В.А. Разработка рецептуры и технологии производства сыровяленых колбас с добавлением чёрной смородины / В.А. Шитик, О.В. Копоть // В сборнике: Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса. Материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2023. – С. 378-381. – EDN JAXMVW.
- [14] Shitik, V.A. Development of the formulation and technology of production of cured sausages with the addition of black currant / V.A. Shitik, O.V. Kopot // In the collection: Youth science - development of the agro-industrial complex. Materials of the III International Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young scientists. Kursk, 2023. – pp. 378-381. – EDN JAXMVW.

Сведения об авторах

Information about the authors

Зимняков Владимир Михайлович доктор экономических наук профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru	Zimnyakov Vladimir Mikhailovich D.Sc. in Economics professor at the department of «Agricultural products processing» Penza State Agrarian University Phone: +7(927) 444-33-22 E-mail: zimnyakov@bk.ru
--	---

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

AUTHOR GUIDELINES

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей

The procedure for consideration, approval and rejection of articles

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

Требования к оформлению статьи

Article requirements

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

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

употребление сокращений, кроме общепризнанных.

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

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

«Объекты и методы исследований»:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

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

В редакцию предоставляются:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

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

Этапы преобразования ссылки

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

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

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

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

Порядок преобразования ссылки

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

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

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

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

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

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

Примеры оформления списка литературы в латинице

Описание статьи из журнала:

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

Описание статьи из электронного журнала:

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

Описание статьи с DOI:

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

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

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

Описание книги (монографии, сборники):

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

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

Описание Интернет-ресурса:

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at:

<http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

Описание диссертации или автореферата диссертации:

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

Описание ГОСТа:

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

Описание патента:

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Том 11

№ 4

2024

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Сдано в производство 14.11.2024. Формат 60X84/8

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

Усл. печ. л. 7,79. Тираж 50 экз.