



ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК

ISSN 2072-8921

ФГБОУ ВО
АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И. И. ПОЛЗУНОВА

№ Т.1
4
2022

Ползуновский ВЕСТНИК

ISSN 2072-8921

Регистрационный номер ПИ № ФС 77-75624
выдано Федеральной службой по надзору в сфере
связи, информационных технологий и массовых
коммуникаций 19.04.2019 г.

Префикс DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2002 г.

Периодичность – 4 номера в год

№ 4, том 1 2022 г.

Научный журнал
входит в перечень ВАК

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Гурьев Алексей Михайлович
д.т.н., проф. АлтГТУ (г. Барнаул)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Маюрникова Лариса Александровна
д.т.н., проф., зав. каф. «Технология и организация
общественного питания» КемГУ (г. Кемерово)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Сакович Г. В., академик РАН (г. Бийск)
Мэй Шунчи, проф., декан УТУ (г. Ухань, Китай)
Лыгденов Б. Д., д.т.н., проф. УТУ(г. Ухань, Китай)
Солтан О. И. А., к.т.н., лектор каф. «Наука о продуктах питания», Сельскохозяйственный факультет,
Миния университет (г. Эль-Миния, Египет)
Бессон Р., проф., директор Международного российско-французского центра инноваций и
трансфера технологий (г. Безансон, Франция)
Дебердеев Т. Р., д.т.н., зав. каф. «Технологии переработки полимеров и композиционных
материалов» КНИТУ(г. Казань)
Ильясов С. Г., д.х.н., заместитель директора по научной работе ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск)
Блазнов А. Н., д.т.н., заведующий лабораторией материаловедения и минерального сырья
ИПХЭТ СО РАН, (г. Бийск)
Петров Е. А., д.т.н., проф., декан инженерного спецфакультета БТИ (г. Бийск)
Деев В. Б., д.т.н., проф., главный научный сотрудник Инжинирингового центра «Литейные
технологии и материалы» НИТУ МИСиС (г. Москва)
Батаев В. А., д.т.н., проф. НГТУ (г. Новосибирск)
Коновалов С. В., д.т.н., проф., зав. каф. «Технологии металлов и авиационного материаловедения»
Самарского университета (г. Самара)
Щетинин М. П., д.т.н., проф., проректор по научной работе МГУПП (г. Москва)
Тамова М. Ю., д.т.н., проф., зав. каф. «Общественного питания и сервиса» КубГТУ (г. Краснодар)
Попов В. Г., д.т.н., доц., зав. каф. «Товароведение и технологии продуктов питания» ТИУ (г. Тюмень)
Егорова Е. Ю., д.т.н., доц., зав. каф. «Технология хранения и переработки зерна» АлтГТУ (г. Барнаул)
Майоров А. А., д.т.н., проф., главный научный сотрудник ФГБНУ ФАНЦА (г. Барнаул)
Новоселов С. В., д.т.н., доц. АлтГТУ (г. Барнаул)
Коньшин В. В., д.т.н., проф., зав. каф. «Химическая технология» АлтГТУ (г. Барнаул)
Романов А. С., д.т.н., проф., зам. директора ООО «Балтийский пекарский дом» (г. Калининград)
Алтухов И. В., д.т.н., доц. ИрГАУ (г. Иркутск)
Гуринович Г. В., д.т.н., проф., зав. каф. «Технология продуктов питания животного происхождения»
КемГУ (г. Кемерово)
Ананьева Е. С., к.т.н., доц. АлтГТУ (г. Барнаул)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ВЫПУСК

Стопорева Татьяна Александровна,
к.т.н., начальник ОРПД АлтГТУ (г. Барнаул)

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР

Проскура Николай Анатольевич,
редактор АлтГТУ (г. Барнаул)

УЧРЕДИТЕЛИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. И. ПОЛЗУНОВА»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ
ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ИНДЕКС: 73664 (Урал-Пресс)

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ

656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина 46, Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова (АлтГТУ), тел. (3852) 29-09-46, e-mail: polz_journal@mail.ru, Стопорева Т. А.
Сайт журнала: <https://ojs.altstu.ru/index.php/PolzVest>
Дата выхода в свет 14.10.2022 г.
Цена 600 рублей.



Polzunovskiy VESTNIK

ISSN 2072-8921

DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921
EST. IN 2002.

Publication frequency: quarterly

№ 4, V. 1 2022

SCIENTIFIC JOURNAL

EDITOR-IN-CHIEF

Aleksey Guriev

Doctor of Technical Sciences, professor at
ASTU, Barnaul, Russia

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Larisa Mayurnikova

Doctor of Technical Sciences, professor at
KemSU, Kemerovo, Russia

EDITORIAL BOARD

Gennady Sakovich, RAS academician, Biysk, Russia

Mei Shunqi, professor, WTU, Wuhan, China

Burial Lygdenov, Doctor of Technical Sciences, WTU, Wuhan, China

Soltan Osama Ismaeil Ahmed, Candidate of Technical Sciences, Lecturer, Minia University, El-Minia, Egypt

Raimond Besson, professor, Besancon, France

Timur Deberdev, Doctor of Technical Sciences, KNRTU, Kazan, Russia

Sergey Iliysov, Doctor of Chemical Sciences, IPCET SB RAS, Biysk, Russia

Aleksey Blaznov, Doctor of Technical Sciences, IPCET SB RAS, Biysk, Russia

Evgeny Petrov, Doctor of Technical Sciences, BTI, Biysk, Russia

Vladislav Deev, Doctor of Technical Sciences, NUST MISIS, Moscow, Russia

Vladimir Bataev, Doctor of Technical Sciences, NSTU, Novosibirsk, Russia

Sergei Konovalov, Doctor of Technical Sciences, Samara University, Samara, Russia

Mikhail Shchetinin, Doctor of Technical Sciences, MSUFP, Moscow, Russia

Maya Tamova, Doctor of Technical Sciences, KubSTU, Krasnodar, Russia

Vladimir Popov, Doctor of Technical Sciences, TIU, Tyumen, Russia

Elena Egorova, Doctor of Technical Sciences, ASTU, Barnaul, Russia

Aleksandr Mayorov, Doctor of Technical Sciences, FASCA, Barnaul, Russia

Sergei Novoselov, Doctor of Technical Sciences, ASTU, Barnaul, Russia

Vadim Konshin, Doctor of Technical Sciences, ASTU, Barnaul, Russia

Aleksandr Romanov, Doctor of Technical Sciences, professor, LLC "Baltisky Bakery House",
Kaliningrad, Russia

Igor Altukhov, Doctor of Technical Sciences, Associate professor, IrSAU, Irkutsk, Russia

Galina Gurinovich, Doctor of Technical Sciences, professor, KemSU, Kemerovo, Russia

Elena Ananieva, Candidate of Technical Sciences, Associate professor, ASTU, Barnaul, Russia

ISSUE MANAGER

Tatiana Stoporeva

Candidate of Technical Sciences, ASTU,
Barnaul, Russia

TECHNICAL EDITOR

Nikolay Proskura

Editor, ASTU, Barnaul, Russia

FOUNDERS

POLZUNOV ALTAI STATE TECHNICAL UNIVERSITY (ASTU)

INSTITUTE FOR WATER AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE SIBERIAN BRANCH OF THE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES (IWEP SB RAS)

PUBLISHER

Polzunov Altai State Technical University, phone.(3852) 29-09-46, e-mail: polz_journal@mail.ru

ADDRESS: Prospect Lenina 46, office 119 GK, Barnaul, 656038, Altai region, Russia

WEBSITE: <https://ojs.altstu.ru/index.php/PolzVest>

Signed for printing 14 Oct 2022



СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

- А. А. Рядинская, И. А. Кощачев, С. А. Чуев, К. В. Лавриненко*
Разработка рецептуры функционального десерта в виде желе на растительной основе7
- Н. В. Сокол, Н. С. Санжаровская*
Использование натуральных биокорректоров для повышения пищевой и биологической ценности хлеба16
- Н. С. Агальцева, Е. Ю. Егорова, С. С. Кузьмина, С. Н. Цыганок*
Использование ультразвука для диспергирования и стабилизации водно-дисперсной структуры мясорастительных паштетов с повышенной утилитарностью белков24
- Л. В. Анисимова, С. В. Якушев, А. Е. Земеров*
Гидротермическая обработка гречихи с двухэтапным увлажнением зерна в шнековой вакуумной установке33
- Р. Х. Кандроков, М. Э. Маар, С. Н. Ахтанин*
Формирование потоков сортовой хлебопекарной тритикалевой муки с учетом кумулятивных кривых зольности39
- Е. А. Кладов, С. Б. Есин, Е. Ю. Егорова*
Компьютерная обработка изображений и их интерпретация в анализе гранулометрического состава масличной муки ...48
- Л. А. Козубаева, С. С. Кузьмина*
Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий57
- Э. В. Мазукабзова*
Научно обоснованное применение порошка малины для повышения пищевой ценности глазури68
- А. С. Руденко, О. М. Завалишина, Н. К. Шелковская*
Выявление оптимальных рецептур органического виноградосодержащего напитка на основе амурского винограда в условиях микровиноделия78
- Н. С. Санжаровская, О. П. Храпко, А. А. Авдьян*
Комплексная оценка плодов хеномелеса как потенциального источника пектиновых веществ86
- В. Н. Макарова, О. Н. Пчелинцева, З. А. Бочкарёва*
Разработка рецептуры и технологии изготовления мучных кондитерских изделий функционального назначения с добавлением растительных компонентов: конопляной муки и порошка ягод асаи 94
- Е. В. Скороспелова, О. Ю. Михайлова, Н. К. Шелковская*
Технологические аспекты производства протертых масс без сахара на основе плодового и ягодного сырья алтайского сорта 100
- А.К. Натыров, Б.К. Болаев, О.Н. Кониева, Г.В. Федотова*
Улучшение качественных характеристик мясных продуктов из баранины 106
- Е. Е. Илларионова, А. Г. Кручинин, С. Н. Туровская, А. В. Бигаева*
Реологические характеристики молочных систем с промежуточной влажностью в аспекте нежелательного пенообразования 114
- О. Н. Мусина, Д. А. Усатюк, Е. М. Нагорных*
Исследование возможности расширения ассортимента обогащенных плавленых сыров 121
- Н. Б. Гаврилова, Е. М. Щетинина, Н. Л. Чернопольская, М. П. Щетинин*
Состояние и перспективы развития производства мягких и полутвёрдых сыров на основе козьего молока 126
- А. И. Яшкин*
Управление качеством и безопасностью полукопченых колбас с оленьей 133
- А. Г. Кручинин, А. В. Бигаева, С. Н. Туровская, Е. Е. Илларионова*
Современное состояние рынка вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности 140
- О. Н. Мусина, Н. И. Бондаренко, Д. А. Усатюк*
Мягкий сыр из смеси коровьего и козьего молока 149

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| <i>А. Б. Оспанов, Е. М. Щетинина, Ш. М. Велямов, Р. К. Макеева</i> Оценка возможности использования козьего и овечьего молока в производстве йогуртов | 154 | <i>С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова, И. Г. Данилова, А. С. Ожгихина, М. С. Тихонова, А. Д. Поповских</i> Выделение, характеристика и перспек- тивы использования пептидов молозива коров | 174 |
| <i>Н. Л. Наумова, Ю. А. Бец, Е. Г. Ковалева, С. А. С. Абушанаб</i> Качество и биологически активные ве- щества рафинированных растительных масел | 160 | <i>А. В. Снегирева, Л. Е. Мелёшкина,</i> Использование пророщенного зерна овса голозерного в технологии смузи | 187 |
| <i>А. А. Минакова, Н. Г. Базарнова, Д. В. Мина- ков, И. В. Микушина, А. Е. Дубровина</i> Получение астаксантина из цист рачка Artemia salina для разработки функцио- нальных продуктов питания | 167 | | |
| АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ | | | 194 |

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

- A. A. Ryadinskaya, I. A. Koshchayev, S. A. Chuev, K. V. Lavrinenko*
Substantiation of technological parameters for obtaining protein emulsions from sunflower seed kernels7
- N. V. Sokol, N. S. Sanzharovskaya*
Use of natural biocorrectors to increase the nutritional and biological value of bread.....16
- N. S. Agaltseva, E. Yu. Egorova, S. S. Kuzmina, S. N. Tsyganok*
Using ultrasound for dispersion and stabilization of the water-dispersed structure of the meat-vegetable pates with increased utility of proteins24
- L. V. Anisimova, S. V. Yakushev, A. E. Zemerov*
Hydrothermal treatment of buckwheat with two-stage grain moistening in a screw vacuum installation.....33
- R. Kh. Kandrokov, M. E. Maar, S. N. Akhtanin*
Formation of flows of varietal baking triticale flour, taking into account cumulative ash content curves39
- E. A. Kladov, S. B. Yesin, E. Yu. Egorova*
Computer image processing and their interpretation in the analysis of the granulometric composition of oilseed flour48
- L. A. Kozubaeva, S. S. Kuzmina*
Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products57
- E. V. Mazukabzova*
Scientifically substantiated application of raspberry powder to increase the nutritional value of glaze68
- A. S. Rudenko, O. M. Zavalishina, N. K. Shelkovskaya*
Identification of optimal formulations organic grape-containing beverage based on amur grapes in laboratory winemaking78
- N. S. Sanzharovskaya, O. P. Khrapko, H. A. Avdjian*
Comprehensive assessment of chaenomeles fruits as a potential source of pectin substances86
- V. N. Makarova, O. N. Pchelintseva, Z. A. Bochkareva*
Development of a recipe for functional flour confectionery products with the addition of plant components: hemp flour and acai berry powder 94
- E. V. Skorospelova, O. Yu. Mikhailova, N. K. Shelkovskaya*
Technological aspects of sugar free puree production from fruit and berry raw material of altai varieties 100
- A. K. Natyrov, B. K. Bolaev, O. N. Konieva, G. V. Fedotova*
Improving the quality characteristics of lamb meat products..... 106
- E. E. Illarionova, A. G. Kruchinin, S. N. Turovskaya, A. V. Bigaeva*
Rheological characteristics of milk systems with intermediate moisture in terms of undesirable foaming..... 114
- O. N. Musina, D. A. Usatyuk, E. M. Nagornyh*
Research of the possibility of expanding the range of enriched processed cheeses 121
- N. B. Gavrilova, E. M. Shchetinina, N. L. Chernopolskaya, M. P. Shchetinin*
State and prospects of development of the production of soft and semi-hard cheeses based on goat milk 126
- A. I. Yashkin*
Quality and safety management of semi-smoked sausages from venison 133
- A. G. Kruchinin, A. V. Bigaeva, S. N. Turovskaya, E. E. Illarionova*
Current state of the market of secondary raw material resources of the dairy industry..... 140
- O. N. Musina, N. I. Bondarenko, D. A. Usatyuk*
Soft cheese made from a mixture of cow's and goat's milk..... 149
- A. B. Ospanov, E. M. Shchetinina, Sh. M. Vel'yamov, R. K. Makeeva*
Evaluation of the possibility of using goat and sheep milk in yoghurt production 154

*N. L. Naumova, Yu. A. Bets, E. G. Kovaleva,
S. A. S. Abushanab*

Quality and biologically active substances refined vegetable oils160

*A. A. Minakova, N. G. Bazarnova, D. V. Minakov,
I. V. Mikushina, A. E. Dubrovina*

Obtaining astaxanthin from Artemiasalina cysts for the development of functional food products.....167

*S. L. Tikhonov, N. V. Tikhonova, I. G. Danilova,
A. S. Ozhghina, M. S. Tikhonova, A. D. Popovskih*

Selection, characteristics and prospects of using peptide of colostrum of cows..... 174

A. V. Snegereva, L. E. Meleshkina

Use of sprouted grain of naked oats in smoothie technology..... 187

AUTHOR'S INDEX 194



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов плодовоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.856:641.85

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.001

 EDN: XWBMIC

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕСЕРТА В ВИДЕ ЖЕЛЕ НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Антонина Александровна Рядинская¹, Иван Александрович Коцаев²,
Сергей Александрович Чуев³, Кристина Витальевна Лавриненко⁴

^{1, 2, 3, 4} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В. Я. Горина», п. Майский, Россия

¹ info@bsaa.edu.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследований по разработке рецептуры десерта в виде желе на растительной основе с функциональными свойствами. Сформированы четыре рецептуры продукта с внесением сахара или сиропа шиповника, на основе коровьего молока или его растительного заменителя. Выработаны пробные образцы десерта в виде желе. В соответствии с общепринятыми методиками проведена оценка качественных характеристик продукта. Проанализированы данные пищевой и энергетической ценности, минеральный и витаминный состав образцов десерта в виде желе. Наибольшее количество белков зафиксировано в порции (220 г) десерта молочного с шиповником – 7,06±0,37 г, жиров и энергии – десерта кокосового с шиповником – 46,93±2,35 г и 596,41± 29,81 кКал соответственно, углеводов – десерта молочного с сахаром – 56,16±2,81 г. Наивысшая насыщенность витаминами определена у десерта молочного с шиповником, минералами – десерта кокосового с шиповником. Проведена дегустационная оценка продукта. Балльная оценка составила 23 ед. у десертов в виде желе на основе растительного заменителя молока, 24-25 ед. – на основе коровьего молока. Установлены оптимальные условия хранения продукта: 5 сут. при температуре от +2 до +4°С. Обоснована возможность изготовления в промышленном масштабе разработанных десертов в виде желе для расширения ассортимента подобных продуктов.

Ключевые слова: десерт, желе, сироп шиповника, молоко, растительный заменитель молока, пищевая ценность, минералы, витамин С, энергетическая ценность.

Для цитирования: Разработка рецептуры функционального десерта в виде желе на растительной основе / А.А. Рядинская [и др.] // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 7–15. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.001. EDN: <https://elibrary.ru/XWBMIC>.

Original article

DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL DESSERT RECIPE IN THE FORM OF VEGETABLE-BASED JELLY

Antonina A. Ryadinskaya¹, Ivan A. Koshchaev²,
Sergey A. Chuev³, Kristina V. Lavrinenko⁴

^{1, 2, 3, 4} Russia Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin», Maisky, Russia

¹info@bsaa.edu.ru

Abstract. *The paper presents the results of research on the development of a dessert recipe in the form of plant-based jelly with functional properties. Four product formulations have been formed with the addition of sugar or rosehip syrup, based on cow's milk or its vegetable substitute. Trial samples of dessert in the form of jelly have been developed. In accordance with generally accepted methods, the qualitative characteristics of the product were evaluated. The data of nutritional and energy value, mineral and vitamin composition of dessert samples in the form of jelly are analyzed. The largest amount of proteins was recorded in a portion (220 g) of milk dessert with rosehip - 7.06 ± 0.37 g, fat and energy – coconut dessert with rosehip – 46.93 ± 2.35 g and 596.41 ± 29.81 kCal, respectively, carbohydrates – milk dessert with sugar – 56.16 ± 2.81 g. The highest saturation of vitamins is determined in the milk dessert with rosehip, minerals – coconut dessert with rosehip. A tasting evaluation of the product was carried out. The score was 23 units. Desserts in the form of jelly based on vegetable milk substitute, 24-25 units – based on cow's milk. Optimal storage conditions of the product have been established: 5 days. at a temperature of +2 to +4°C. The possibility of manufacturing on an industrial scale developed desserts in the form of jelly to expand the assortment of such products is substantiated.*

Keywords: *dessert, jelly, rosehip syrup, milk, vegetable milk substitute, nutritional value, minerals, vitamin C, energy value.*

For citation: Ryadinskaya A. A., Koshchaev I. A., Chuev S. A. & Lavrinenko K. V. (2022). Development of a functional dessert recipe in the form of vegetable-based jelly. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 7-15. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.001. EDN: <https://elibrary.ru/XWBMIC>.

ВВЕДЕНИЕ

Десерты на молочной основе служат перспективным продуктом здорового питания. Разработка продовольствия с заданным химическим составом и функциональными свойствами последнее десятилетие отличается интенсивным развитием.

Одной из тенденций развития этого направления применительно к молочным продуктам является внесение в поликомпонентные решения сиропов, экстрактов трав, овощных, фруктовых, плодовых и ягодных полуфабрикатов, растительных белков и жиров, пшеничных зародышевых хлопьев, аминокислот, пищевых волокон, пророщенного ферментированного зерна, белка семян зернобобовых и других нативных и препаративных веществ [1, 2].

Обогащение продуктов питания указанными компонентами позволяет расширить объемы их производства и ассортимент, что помогает современному человеку при-

держиваться полноценного и сбалансированного питания, тем самым поддерживая оптимальное самочувствие [3].

Согласно сведениям Федеральной службы государственной статистики, на территории Российской Федерации в 2020 г. выработано на 3,5 % больше продуктов питания, чем в 2019 г. При этом выпуск новой обогащенной, диетической, функциональной пищи повысился на 2,1 % [4].

Продукты функциональной направленности пользуются массовым спросом, однако половина опрошенных потребителей считает существующее разнообразие недостаточным.

Десерты пищевой промышленности и общественного питания представлены густыми (вязкими) и питьевыми йогуртами, коктейлями, пудингами, муссами, непосредственно десертами, молочными пастами, кремами. Кроме того, популярен холодный десерт – «Панакотта», представляющий собой желе из молока, желатина и сахара [5].

В мировом производстве десертов из-

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕСЕРТА В ВИДЕ ЖЕЛЕ НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

вестны случаи замены молочного жира на растительный. Данный прием позволил увеличить срок хранения продукции при сохранении ею характерных вкусовых качеств.

С учетом вышесказанного, цель исследований заключалась в рассмотрении возможности расширения ассортимента сливочного десерта типа «Панакотта» за счет разработки рецептур десерта в виде желе неизменного качества на основе сырья растительного происхождения, сиропа шиповника, выработанного на фруктовом сахаре.

В задачи входило проведение сравнительного анализа рецептур десерта с молочным жиром и с растительным жиром, изучение особенностей технологии, определение качественных характеристик полученных образцов десерта в виде желе [6, 7].

МЕТОДЫ

Исследования выполнили на базе лабораторий кафедры технологии производства и переработки технологического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ».

Были разработаны рецептуры десерта в виде желе (таб. 1) на основе продовольственного сырья (пищевого сырья) животного и растительного происхождения с добавлением сиропа шиповника, выработанного на фруктозе.

Таблица 1 – Сводные рецептуры десертов в виде желе

Table 1 – Summary recipes of desserts in the form of jelly

| Наименование компонента | Вид изделия | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|-------|------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | Норма закладки (гр) | | | | | | | |
| | Десерт молочный с сахаром | | Десерт молочный с шиповником | | Десерт кокосовый с шиповником | | Десерт овсяный с шиповником | |
| | брутто | нетто | брутто | нетто | брутто | нетто | брутто | нетто |
| молоко | 77,5 | 77,5 | 77,5 | 77,5 | - | - | - | - |
| желатин | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| вода для желатина | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| сахар | 16 | 16 | - | - | - | - | - | - |
| сироп шиповника | - | - | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| напиток «Ne moloko» кокосовое | - | - | - | - | 77,5 | 77,5 | - | - |
| напиток «Ne moloko» овсяное | - | - | - | - | - | - | 77,5 | 77,5 |
| Выход | - | 100 | - | 100 | - | 100 | - | 100 |

При оптимизации рецептур десертов в виде желе опытным путем определяли приемлемое соотношение компонентов.

Полученные в ходе исследования данные обрабатывали с применением методов статистического и графического анализа в программах «STATISTIKA 7.0» и Microsoft Office Excel.

Выработка контрольных и опытных образцов десерта в виде желе выполнена в соответствии с технологической схемой (рис. 1), за основу которой взяли традиционную рецептуру приготовления холодного десерта «Панакотта».

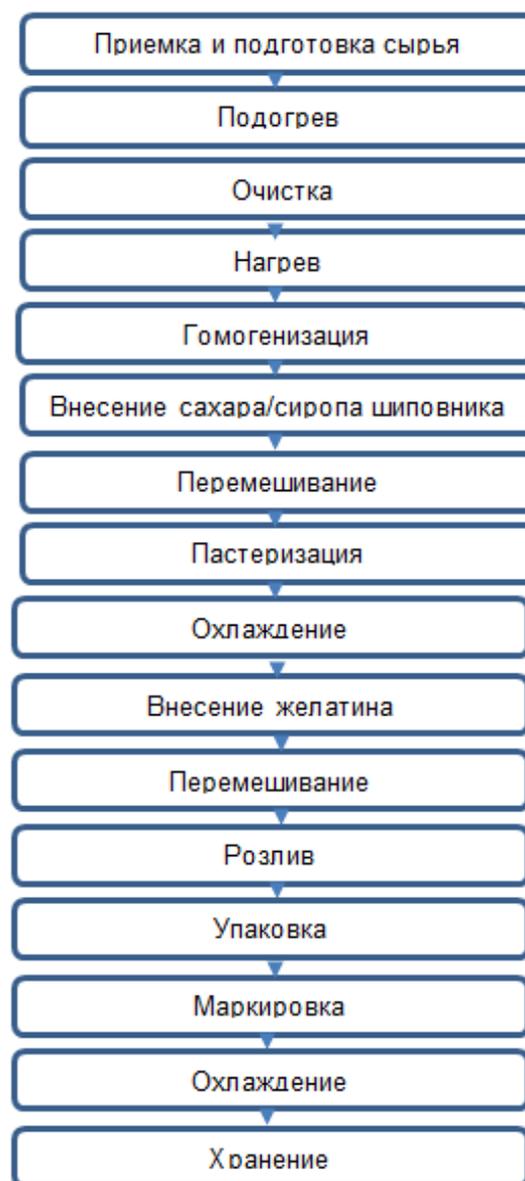


Рисунок 1 – Производственный процесс выпуска десерта в виде желе

Figure 1 – The production process of the dessert in the form of jelly

Десерт молочный с сахаром (контрольный образец № 1) изготовлен на основе коровьего молока с добавлением сахара.

Десерт молочный с шиповником (контрольный образец № 2) произведен на основе коровьего молока без применения сахара с внесением сиропа шиповника.

Десерт кокосовый с шиповником (образец № 3) изготовлен на основе напитка «Ne moloko» кокосового с добавлением сиропа шиповника.

Десерт овсяный с шиповником (образец № 4) произведен на основе напитка «Ne moloko» овсяного с добавлением сиропа шиповника.

Сироп шиповника – источник биологически активных веществ, полезные физиологические свойства которых доказаны в различных информационных источниках. Использование желатина позволило обогатить готовый продукт коллагеном [8–10].

Индивидуальная непереносимость лактозы у все большего числа потребителей, активная пропаганда вегетарианства, индивидуальные предпочтения в выборе растительного белка способствуют активному развитию сектора растительных заменителей молока, которые включают в рацион питания, а также используют в качестве основного сырья для выработки немолочных пробиотических и иных продуктов традиционно молочного сектора.

В нашей стране из позиций растительных заменителей молока самые популярные на сегодня – напиток соевый, миндальный и кокосовый. Из злаковых более ценным по аминокислотному составу белков и из-за наличия β-глюкана считается напиток овсяный. Напиток кокосовый снабжает организм энергией, является легким для усвоения, укрепляет, тонизирует и бодрит.

Растительные заменители молока, выработанные из орехового или злакового сырья, обладают более приятными органолептическими свойствами по сравнению с напитком соевым.

Кроме того, подобные напитки характеризуются повышенным относительным содержанием в составе белков аминокислоты аргинина, необходимой для нормальной выработки инсулина [11–13].

РЕЗУЛЬТАТЫ

После изготовления образцов десерта в виде желе нами проводилось изучение качественных характеристик готового продукта. Выполнен расчет питательности (табл. 2).

Таблица 2 – Пищевая и энергетическая ценность десертов в виде желе (в расчете на порцию 220 гр)

Table 2 – Nutritional and energy value of desserts in the form of jelly (per serving 220 g)

| № десерта | Пищевая ценность (г) | | | Энергетическая ценность (кКал) |
|-----------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | Белки | Жиры | Углеводы | |
| 1 | 6,97± 0,35 | 7,70± 0,39 | 56,16± 2,81 | 321,80± 16,08 |
| 2 | 7,06± 0,37 | 7,70± 0,39 | 42,83± 2,14 | 268,85± 13,44 |
| 3 | 4,99± 0,25 | 46,93± 2,35 | 38,53± 1,93 | 596,41± 29,81 |
| 4 | 2,59± 0,12 | 7,04± 0,34 | 46,92± 2,34 | 261,43± 13,06 |

Содержание белков составило от 2,59 г в десерте овсяном с шиповником до 7,06 г в десерте молочном с шиповником. Замена молока на растительный заменитель снизила показатель на треть в случае напитка «Ne moloko» кокосового и почти на две трети – напитка «Ne moloko» овсяного. Наивысшая концентрация жиров отмечена в десерте кокосовом с шиповником. В других образцах десерта в виде желе показатель в 6,7 раза ниже, что связано с особенностями состава напитка «Ne moloko» кокосового. Содержание углеводов составило от 38,53 г в десерте кокосовом с шиповником до 56,16 г в десерте молочном с сахаром. Замена сахара на сироп шиповника позволила снизить показатель практически на четверть.

Энергетическая ценность образцов десерта в виде желе составила от 261,43 кКал в десерте овсяном с шиповником до 596,41 кКал в десерте кокосовом с шиповником.

В расчете на 100 г продукта показатель составил от 118,83 до 271,10 кКал соответственно. Следовательно, десерт молочный с сахаром (146,27 кКал), десерт молочный с шиповником (122,20 кКал) и десерт овсяный с шиповником (118,83 кКал) относятся к среднекалорийным, а десерт кокосовый с шиповником (271,10 кКал) – к высококалорийным.

Проанализирован минеральный состав десертов в виде желе (табл. 3).

По содержанию Na лучший показатель у десертов на основе коровьего молока; по содержанию K, Mg, P и Fe – у десерта кокосового с шиповником; Ca – у десерта молочного с шиповником и десерта овсяного с шиповником.

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕСЕРТА В ВИДЕ ЖЕЛЕ НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Таблица 3 – Минеральный состав десертов в виде желе (в расчете на порцию 220 гр)

Table 3 – Mineral composition of desserts in the form of jelly (per serving 220 g)

| № десерта | Минералы (мг) | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | Na | K | Ca | Mg | P | Fe |
| 1 | 142,86 ± 7,15 | 375,06 ± 18,75 | 400,49 ± 20,02 | 39,36 ± 1,97 | 197,28 ± 9,86 | 1,67 ± 0,08 |
| 2 | 142,86 ± 7,15 | 392,06 ± 19,60 | 405,77 ± 20,29 | 41,53 ± 2,08 | 212,51 ± 10,63 | 2,15 ± 0,11 |
| 3 | 50,36 ± 2,52 | 577,06 ± 28,85 | 181,37 ± 9,07 | 111,13 ± 5,56 | 225,56 ± 11,28 | 9,11 ± 0,46 |
| 4 | 17,86 ± 0,88 | 27,06 ± 1,35 | 405,77 ± 20,29 | 11,08 ± 0,55 | 16,76 ± 0,84 | 1,93 ± 0,10 |

Рассмотрен витаминный состав десертов в виде желе (табл. 4).

Таблица 4 – Витаминный состав десертов в виде желе (в расчете на порцию 220 гр)

Table 4 – Vitamin composition of desserts in the form of jelly (per serving 220 g)

| № десерта | Витамины (мг) | | | | |
|-----------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | C | B ₁ | B ₂ | PP | A (мкг) |
| 1 | 1,30 ± 0,07 | 0,07 ± 0 | 0,30 ± 0,02 | 1,62 ± 0,08 | 66,00 ± 3,30 |
| 2 | 81,30 ± 4,07 | 0,07 ± 0 | 0,31 ± 0,02 | 1,70 ± 0,09 | 66,00 ± 3,30 |
| 3 | 81,00 ± 4,07 | 0,00 ± 0 | 0,01 ± 0 | 1,30 ± 0,07 | 0,00 ± 0 |
| 4 | 80,00 ± 4,00 | 0,00 ± 0 | 0,23 ± 0,01 | 0,10 ± 0,01 | 0,00 ± 0 |

По концентрации витаминов C, B₂ и PP лучший показатель у десерта молочного с шиповником, B₁ и A – у десертов на основе коровьего молока.

Рассчитан нутриентный баланс десертов в виде желе (рис. 2–4).

Обеспечение белком составило от 3,6 % у десерта овсяного с шиповником, до 9,7% – у десерта молочного с шиповником (рис. 2). Насыщенность жиром варьировалась от 8,5 % у десерта овсяного с шиповником до 56,5 % у десерта кокосового с шиповником. Обеспечение углеводами составило от 10,6 % у десерта кокосового до 15,4 % у де-

серта молочного с сахаром. Насыщенность энергией варьировалась от 10,5 % у десерта овсяного с шиповником до 23,9 % у десерта кокосового с шиповником.

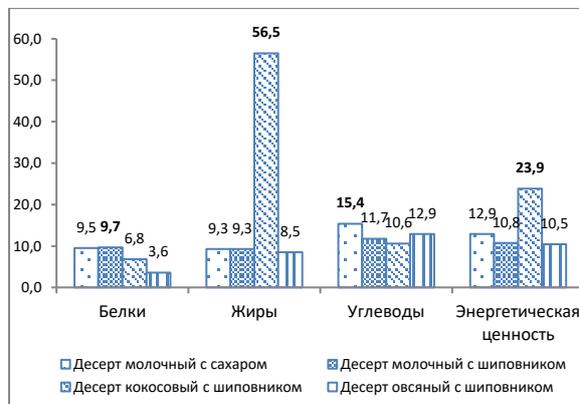


Рисунок 2 – Нутриентный баланс – БЖУ порции (220 гр) десертов в виде желе

Figure 2 – Nutrient balance – BZHU portions (220 g) of desserts in the form of jelly

Обеспечение Na составило от 0,5 % у десерта овсяного с шиповником до 3,6 % у десертов на основе коровьего молока (рис. 3).

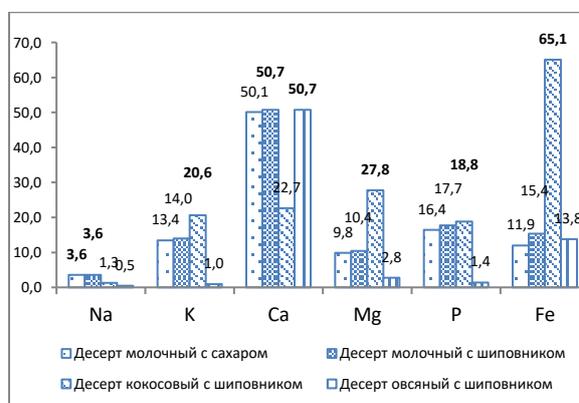


Рисунок 3 – Нутриентный баланс – минералы порции (220 гр) десертов в виде желе

Figure 3 – Nutrient balance – minerals portions (220 g) of desserts in the form of jelly

Насыщенность K варьировалась от 1,0 % у десерта овсяного с шиповником до 20,6 % у десерта кокосового с шиповником. Обеспечение Ca составило от 22,7 % у десерта кокосового с шиповником до 50,7 % у десертов молочного с шиповником и овсяного с шиповником. Насыщенность Mg варьировалась от 2,8 % у десерта овсяного с шиповником до

27,8 % у десерта кокосового с шиповником. Обеспечение Р составило от 1,4 % у десерта овсяного с шиповником до 18,8 % у десерта кокосового с шиповником. Насыщенность Fe варьировалась от 11,9 % у десерта молочного с сахаром до 65,1 % у десерта кокосового с шиповником.

Обеспечение витамином С составило от 1,9 % у десерта молочного с сахаром до 116,1 % у десерта молочного с шиповником (рис. 4).

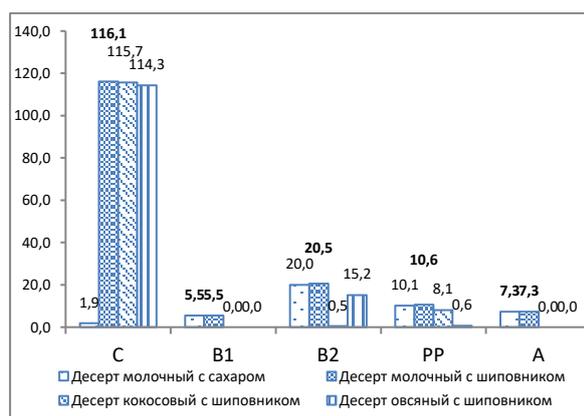


Рисунок 4 – Нутриентный баланс – витамины порции (220 гр) десертов в виде желе

Figure 4 – Nutrient balance – vitamins portions (220 g) of desserts in the form of jelly

Недостовверно ниже показатель у десертов на основе растительных заменителей молока – 115,7 % и 114,3 % у кокосового и овсяного соответственно. Насыщенность витаминами В1 и А зафиксирована только у десертов на основе коровьего молока. Обеспечение В2 составило от 0,5 % у десерта кокосового с шиповником до 20,5 % у десерта молочного с шиповником. Насыщенность РР варьировалась от 0,6 % у десерта овсяного с шиповником до 10,6 % у десерта молочного с шиповником.

ОБСУЖДЕНИЕ

Определены и проанализированы органолептические свойства десертов в виде желе.

По внешнему виду образцы десертов в виде желе сохраняли устойчивую форму. Поверхность глянцевая, однородная. Внешний вид десертов в виде желе на основе растительных заменителей молока не уступал контрольному образцу на коровьем молоке с сахаром. Кроме того, введение в десерт сиропа шиповника не снизило привлекательность продукта.

12

Консистенция образцов десертов в виде желе характеризовалась как нежная. Добавление сахара придавало более упругую консистенцию продукту. Внесение сиропа шиповника способствовало формированию умеренно плотного десерта.

Равномерный по всей десертной массе цвет менялся от светло-кремового у десерта молочного с сахаром до кремового у образцов с обогащением сиропом шиповника.

Запах десертов в форме желе характеризовался как гармоничный. Внесение сиропа шиповника придавало легкий характерный аромат.

Вкус у десертов в форме желе выраженный и сбалансированный. Обогащение образцов сиропом шиповника, выработанным на фруктовом сахаре, придавало им выраженный привлекательный кисло-сладкий привкус, тогда как внесение сахара акцентировало исключительно сладость.

После оценки десертов в форме желе дегустационной комиссией произведен подсчет баллов, и согласно их сумме по каждому образцу построена диаграмма в виде пяти профилей изученных показателей (внешний вид, консистенция, цвет, запах и вкус) (рис. 5).

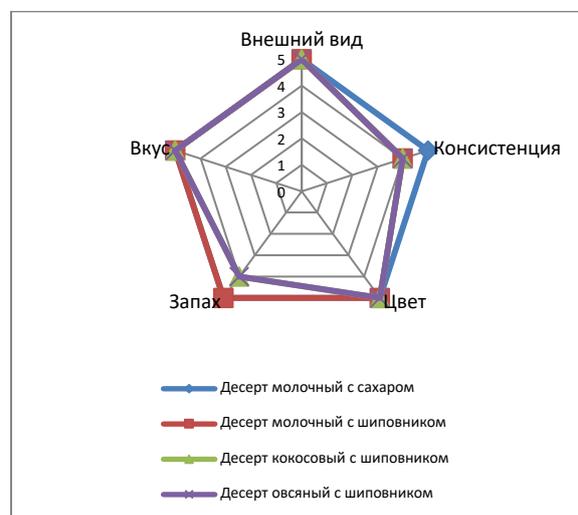


Рисунок 5 – Профильная оценка органолептических характеристик десертов в виде желе

Figure 5 – Profile assessment of organoleptic characteristics of desserts in the form of jelly

Целесообразный срок хранения образцов десерта в форме желе определяли на основании динамики микробиологических показателей. Хранение готового продукта орга-

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕСЕРТА В ВИДЕ ЖЕЛЕ НА РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

низовано при температуре от +2 до +4 °С. Оптимальное время составило 5 сут.

В образцах десертов в виде желе установлены значения микробиологических показателей, требуемых согласно Техническому регламенту таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Их значения зафиксированы в пределах нормы.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований разработаны рецептуры и элементы технологии десертов в виде желе на молочной основе и растительных заменителях молока с добавлением сиропа шиповника. Проведена опытная выработка.

Установлено, что внесение сиропа шиповника улучшило показатели качества десертов на молочной основе и растительных заменителях молока. Насыщенность порции продукта витамином С составила 114,3–116,1 % от суточной потребности организма человека в зависимости от основы или 52–52,8 % в расчете на 100 г продукта, что позволило судить о функциональной направленности произведенных десертов. Также данный технологический прием позволил снизить калорийность десерта в виде желе на 16,5–18,8 %.

При средней калорийности (122,20 кКал/100 г продукта) десерт молочный с шиповником выделялся наивысшей среди образцов концентрацией витаминов (С, В1, В2, РР и А).

При высокой калорийности (271,10 кКал/100 г продукта) десерт кокосовый с шиповником отличался наибольшей среди образцов насыщенностью минералами (калий, магний, фосфор и железо).

Порция десерта овсяного с шиповником отличалась насыщенностью кальцием – 50,7 % или 23,0 % на 100 г продукта, а также наименьшей среди образцов калорийностью – 261,43 кКал или 118,83 кКал на 100 г продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мусина, О. Н. Новые молочные продукты для здорового питания / О. Н. Мусина // Переработка молока. – 2015. – № 12(194). – С. 36-41. – EDN VVCSAH.

2. Павленко, П. Ю. Разработка рецептур низкокалорийных десертов / П. Ю. Павленко // Конкурентоспособность территорий: материалы XXIII Всероссийского экономического форума молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 27–30 апреля

2020 года. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2020. – С. 98-100. – EDN HGZVOI.

3. Огнева, О. А. Разработка рецептур фруктово-овощных десертов с бифидогенными свойствами / О. А. Огнева, Л. В. Донченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 71-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2015 год, Краснодар, 09 февраля 2016 года / Ответственный за выпуск А. Г. Кощаев. – Краснодар: ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2016. – С. 739-740. – EDN WCPHVH.

4. Терехова, А. А. Разработка технологии производства замороженных овощных сывороточных десертов / А. А. Терехова, Е. Г. Нелюбина, Ю. И. Сидоренко // Вестник ВСГУТУ. – 2021. – № 2(81). – С. 5-11. – EDN BLOHNY.

5. Абрамова, Ю. П. Возможность использования подсластителей при производстве сливочных десертов / Ю. П. Абрамова, М. В. Долгорукова, А. А. Матвеева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2017. – № 19. – С. 159-161. – EDN ZVKKSP.

6. Калижанова, А. Ж. Использование растительных жиров при производстве мороженого / А. Ж. Калижанова, Н. В. Беляева // Молодежь и наука. – 2017. – № 4-2. – С. 97. – EDN UEBSPJ.

7. Асланова, А. В. Определение критических контрольных точек при производстве сливочного десерта с овощными соками / А. В. Асланова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 года. – ИОШКАР-ОЛА: Марийский государственный университет, 2022. – С. 207-209. – EDN ZXAKJE.

8. Комкова, О. Г. Усовершенствование рецептуры десерта с функциональными свойствами / О. Г. Комкова // Наука и творчество: вклад молодежи: Сборник материалов всероссийской молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Махачкала, 11–12 ноября 2020 года. – Махачкала: Типография ФОРМАТ, 2020. – С. 65-68. – EDN OREEIS.

9. Разработка элементов технологии производства овощных чипсов из местного растительного сырья / А. А. Рядинская, Н. Б. Ордина, И. А. Кощаев [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 2(42). – С. 169-175. – DOI 10.15217/issn2079-0996.2020.2.169. – EDN UJIZZN.

10. Development of poly-component cooled dessert recipe based on pumpkin and apples processing products / A. A. Ryadinskaya, N. B. Ordina, I. A. Koschaev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012117. – DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012117. – EDN UTJUCY.

11. Егорова, Е. Ю. «Немолочное молоко»: обзор сырья и технологий / Е. Ю. Егорова // Ползуновский вестник. – 2018. – № 3. – С. 25-34. – EDN YTG MJF.

12. Медведев, О. С. Растительные заменители молока: особенности, преимущества, использование в питании / О. С. Медведев, Н. А. Медведева // Вопросы диетологии. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 52-58. – DOI 10.20953/2224-5448-2018-1-52-58. – EDN XNOCQH.

13. Федорченко, В. В. Использование нетрадиционного сырья в производстве соусов / В. В. Федорченко // Конкурентоспособность территорий: материалы XXIII Всероссийского экономического форума молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 27–30 апреля 2020 года. – Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2020. – С. 119-121. – EDN MYYGLQ.

Информация об авторах

А. А. Рядинская – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры производства и переработки сельскохозяйственной продукции технологического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ».

И. А. Кощачев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры производства и переработки сельскохозяйственной продукции технологического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ».

С. А. Чуев – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры производства и переработки сельскохозяйственной продукции технологического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ».

К. В. Лавриненко – преподаватель кафедры производства и переработки сельскохозяйственной продукции технологического факультета ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ».

REFERENCES

1. Musina, O. N. (2015). New dairy products for healthy nutrition. *Milk processing*. 12(194). 36-41. EDN: VVCSAH (In Russ.).

2. Pavlenko, P. Y. (2020). Development of recipes for low-calorie desserts. *Competitiveness of territories: materials of the XXIII All-Russian Economic Forum of Young Scientists and Students, Yekaterinburg, April 27-30, 2020*. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 98-100. EDN: HGVZOI (In Russ.).

3. Ogneva, O. A. & Donchenko, L. V. (2016). Development of recipes for fruit and vegetable desserts with bifidogenic properties. *Scientific support of the agro-industrial complex: A collection of articles based on the materials of the 71st scientific and practical conference of teachers on the results of research for 2015, Krasnodar, February 09, 2016. Responsible for the release of A. G. Koshchayev*. Krasnodar: Kuban

State Agrarian University, 739-740. EDN: WCPHVH. (In Russ.).

4. Terekhova, A. A. Nelyubina, E. G. & Sidorenko, Yu. I. (2021). Development of technology for the production of frozen vegetable whey desserts. *Bulletin of VSGUT*. 2(81). 5-11. EDN: BLOHH. (In Russ.).

5. Abramova, Yu. P., Dolgorukova, M. V. & Matveeva A. A. (2017). The possibility of using sweeteners in the production of creamy desserts. *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. (19). 159-161. EDN ZVKKSP. (In Russ.).

6. Kalizhanova, A. J. & Belyaeva, N. V. (2017). The use of vegetable fats in the production of ice cream. *Youth and science*. 4(2). 97. EDN: UEBS PJ (In Russ.).

7. Aslanova, A.V. (2022). Determination of critical control points in the production of creamy dessert with vegetable juices. *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products: Materials of the International scientific and practical conference, Yoshkar-Ola, March 16-17*. YOSHKAR-OLA: Mari State University, 207-209. EDN: ZXAKJE (In Russ.).

8. Komkova, O. G. (2020). Improvement of dessert recipes with functional properties. *Science and creativity: contribution of youth: Collection of materials of the All-Russian Youth scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Makhachkala, November 11-12, 2020*. Makhachkala: FORMAT Printing House. 65-68. EDN: OREEIS (In Russ.).

9. Ryadinskaya, A. A. [et al.] (2020). Development of elements of technology for the production of vegetable chips from local vegetable raw materials. *Problems of the development of the agro-industrial complex of the region*. 2 (42). 169-175. (In Russ.).

10. Ryadinskaya, A. A. [et al.] (2021). Development of poly-component cooled dessert recipe based on pumpkin and apples processing products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, April 12, 2021*. Michurinsk. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012117. EDN: UT-JUCY.

11. Egorova, E. Yu. (2018). «Non-dairy milk»: a review of raw materials and technologies. *Polzunovskiy vestnik*, (3). 25-34. EDN YTG MJF (In Russ.).

12. Medvedev, O. S. & Medvedeva, N. A. (2018). Vegetable milk substitutes: features, advantages, use in nutrition. *Questions of dietetics*. 8 (1). 52-58. DOI: 10.20953/2224-5448-2018-1-52-58. EDN: XNOCQH (In Russ.).

13. Fedorchenko, V. V. (2020). The use of non-traditional raw materials in the production of sauces. *Competitiveness of territories: materials of the XXIII All-Russian Economic Forum of Young Scientists and Students, Yekaterinburg, April 27-30, 2020*. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 119-121. EDN MYYGLQ (In Russ.).

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕСЕРТА В ВИДЕ ЖЕЛЕ НА
РАСТИТЕЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Information about the authors

A. A. Ryadinskaya – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Production and Processing of Agricultural Products of the Technological Faculty of the Belgorod State Agrarian University.

I. A. Koshchaev – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Production and Processing of Agricultural Products of the Faculty of Technology

of the Belgorod State Agrarian University.

S. A. Chuev – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Production and Processing of Agricultural Products of the Technological Faculty of the Belgorod State Agrarian University.

K. V. Lavrinenko – lecturer of the Department of Production and Processing of Agricultural Products of the Technological Faculty of the Belgorod State Agrarian University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.663.9

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.002

 EDN: EKZUYF

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ БИОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

Наталья Викторовна Сокол ¹, Надежда Сергеевна Санжаровская ²

^{1,2} Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

¹ sokol_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

² hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

Аннотация. Исследование было проведено с целью обоснования использования композитной мучной смеси, составленной с применением продуктов переработки риса и кукурузы, для повышения пищевой и биологической ценности хлеба. Добавление вторичных продуктов переработки зерновых культур для выпечки хлеба постепенно приобретает все большее значение во всем мире. Однако при производстве хлеба с использованием продуктов переработки риса и кукурузы возникают технологические проблемы, что обуславливает внесение корректировок в технологический процесс. В качестве объектов исследования использовали муку пшеничную высшего сорта, композитную мучную смесь, яблочный пектин, лабораторные образцы теста и хлеба. В данном исследовании оценивали функциональную роль яблочного пектина на свойства теста и качество хлеба. Дозировка пектина составляла 0,1, 0,2 и 0,3 % к массе мучной смеси. Изучена динамика кислотонакопления в тесте, по результатам которой установлена оптимальная дозировка пектина 0,3 % и продолжительность брожения 90 мин. Полученный хлеб оценивали с учетом физико-химических параметров (удельный объем, пористость, кислотность и влажность). На основе этих результатов были установлены параметры технологического процесса производства хлеба из композитной смеси. Выявлено положительное влияние вносимых добавок на повышение пищевой и биологической ценности хлеба.

Ключевые слова: мучка риса, пшеничный хлеб, мучная смесь, качество клейковины, яблочный пектин.

Для цитирования: Сокол Н. В., Санжаровская Н. С. Использование натуральных биокорректоров для повышения пищевой и биологической ценности хлеба // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 16–23. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.002. EDN: <https://elibrary.ru/EKZUYF>.

Original article

USE OF NATURAL BIOCORRECTORS TO INCREASE THE NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF BREAD

Natalia V. Sokol ¹, Nadezhda S. Sanzharovskaya ²

^{1,2} Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

¹ sokol_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

² hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

Abstract. *The study was conducted in order to justify the use of a composite flour mixture made with the use of rice and corn processing products to increase the nutritional and biological value of bread. The addition of secondary products of grain processing for baking bread is gradually becoming increasingly important all over the world. However, bread produced using rice and corn processing products suffers from many technological problems and needs to be adjusted in the technological process. The following research objects were used: premium wheat flour, composite flour mixture, apple pectin, laboratory samples of dough and bread. In this study, the functional role of apple pectin on the properties of dough and the quality of bread was evaluated. The dosage of pectin was 0.1, 0.2 and 0.3 % by weight of the flour mixture. The dynamics of acid accumulation in the test was studied, according to the results of which the optimal dosage of pectin was 0.3 % and the duration of fermentation was 90 minutes. The resulting bread was evaluated taking into account physicochemical parameters (specific volume, porosity, acidity and humidity). Based on these results, the parameters of the technological process of bread production were established. The positive effect of the added additives on increasing the nutritional and biological value of bread has been established.*

Keywords: *rice bran, wheat bread, flour mixture, gluten quality, apple pectin.*

For citation: Sokol, N. V. & Sanzharovskaya, N. S. (2022). Use of natural biocorrectors to increase the nutritional and biological value of bread. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 16-23. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.002. EDN: <https://elibrary.ru/EKZUYF>.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное распространение в мире установок на здоровый образ жизни способствует повышению спроса на хлебобулочную продукцию диетического профилактического питания [1]. Разработка рецептуры хлеба с добавлением продуктов переработки риса и кукурузы полностью совпадает с тенденциями мирового рынка хлебопекарной промышленности и заботой потребителей о своем здоровье.

В современном питании человек не получает достаточного количества необходимых нутриентов, что связано с широким применением высокорафинированных пищевых продуктов. В настоящее время проблема повышения пищевой ценности наиболее употребляемых продуктов является популярной и неотъемлемой в области пищевых технологий, поэтому разработка рецептуры хлеба с добавлением натуральных биокорректоров будет способствовать оздоровлению нации [2–4].

Расширение ассортимента продукции за счет выпуска новых разновидностей, которые будут пользоваться спросом у потребителей, – одно из основных направлений развития хле-

бопекарной промышленности. Актуальным в инновационных технологиях отрасли является использование растительного сырья для создания хлебобулочных изделий с функциональными свойствами. Особое внимание приковано к использованию в качестве фортификационных компонентов пшеничного хлеба вторичных продуктов переработки зерновых культур [5].

Краснодарский край является лидером по объемам возделывания риса. В технологическом цикле переработки зерна риса в крупу образуются такие вторичные продукты, как мучка, крупка, зародыш, лузга и т. д.

Рисовая мучка – это малоизученная добавка, являющаяся побочным продуктом крупяного производства, содержит в своем составе ценные биологически активные вещества и представляется перспективным сырьем для использования в качестве обогатительной добавки при производстве хлебных изделий. Ранее рисовая мучка использовалась в основном как высокобелковый компонент растительных кормов, при этом применение ее в производстве продуктов питания связано с возможностью придания новым

продуктам функциональных свойств за счет белков, пищевых волокон и ряда других, не менее ценных в питании человека компонентов [6].

Рисовая мука богата также легкоусвояемым крахмалом, что в совокупности с мучкой риса открывает новые направления их совместного использования в составе мучных композитных смесей, направленных на улучшение пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий.

Кукуруза является одной из самых распространенных зерновых культур, производство которой в мире растет. Во многих странах кукуруза является основным продовольственным злаком и используется в широком ассортименте продуктов питания. Кукурузная мука, благодаря высокому содержанию жира и β -каротина, придает хлебобулочным изделиям аромат и цвет. Это также альтернативный продукт для людей, страдающих целиакией. Кукурузную муку можно использовать в хлебобулочных изделиях в качестве экономичной, питательной и вкусной добавки [7].

Гидроколлоиды, в частности пектин, нашли широкое применение в качестве добавок к хлебу и хлебобулочным изделиям. Функциональные эффекты гидроколлоидов обусловлены их способностью изменять реологию теста и оказывать положительное влияние на сохранность готовых хлебобулочных изделий. Они часто используются в качестве заменителей глютена в производстве безглютенового хлеба.

МЕТОДЫ

Цель исследования заключалась в изучении влияния яблочного пектина на процессы тестоведения, физико-химические и органолептические свойства хлеба, выработанного из композитной мучной смеси.

Объектами исследований стали:

- мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (МВС);
- композитная мучная смесь, составленная из следующих компонентов: 50 % пшеничной муки, 20 % кукурузной муки; 20 % рисовой муки, 10 % мучки риса (КМС);
- яблочный пектин;
- полуфабрикаты (тесто);
- готовые образцы хлеба.

Определение основных показателей качества осуществляли общепринятыми методами, регламентированными соответствующими ГОСТ в 3-х повторностях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее методом моделирования и оптимизации компонентного состава была подобрана рецептура композитной мучной смеси [7].

Было доказано, что частичная замена пшеничной муки продуктами переработки кукурузы и риса возможна, однако при этом происходит существенная потеря в качестве хлеба. Это объясняется уменьшением силы муки и газоудерживающей способности из-за снижения содержания клейковины, что приводит к понижению объема и вкусовой привлекательности, опытных образцов хлеба [8]. По этой причине продукция, вырабатываемая на основе КМС, нуждается в дополнительных производственных решениях, направленных на укрепление структуры теста и связывание в нем свободной влаги, что повлечет за собой корректировку технологического процесса.

В качестве улучшителя целевого назначения предложено использовать яблочный пектин в дозировке 0,1, 0,2 и 0,3 % к массе мучной смеси. На первом этапе оценили взаимосвязь между дозировкой пектина, вносимого при замесе теста и процессом кислотонакопления в нем (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние дозировки яблочного пектина на изменение кислотности теста

Table 1 - The effect of the dosage of apple pectin on the change in the acidity of the dough

| Образец теста | Продолжительность брожения, мин | | | | |
|---------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| МВС | 1,1±0,01 | 1,2±0,06 | 1,4±0,03 | 1,6±0,02 | 1,7±0,03 |
| МВС + 0,1 % пектина | 1,2±0,02 | 1,4±0,02 | 1,6±0,02 | 1,8±0,01 | 2,0±0,06 |
| МВС + 0,2 % пектина | 1,2±0,01 | 1,5±0,03 | 1,7±0,04 | 2,0±0,06 | 2,2±0,04 |
| МВС + 0,3 % пектина | 1,3±0,03 | 1,6±0,04 | 1,9±0,05 | 2,2±0,05 | 2,4±0,05 |

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ БИОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

Продолжение таблицы 1

Continuation of Table 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| КМС | 2,3±0,02 | 2,4±0,03 | 2,5±0,03 | 2,6±0,04 | 2,8±0,03 |
| КМС + 0,1 % пектина | 2,4±0,01 | 2,5±0,05 | 2,6±0,01 | 2,7±0,03 | 2,9±0,02 |
| КМС + 0,2 % пектина | 2,5±0,02 | 2,6±0,02 | 2,8±0,04 | 3,1±0,02 | 3,3±0,03 |
| КМС + 0,3 % пектина | 2,6±0,01 | 2,7±0,01 | 3,0±0,02 | 3,3±0,05 | 3,6±0,04 |

Установлено, что увеличение дозировки яблочного пектина способствует увеличению кислотности теста в опытных образцах, причем динамика процесса практически одинакова в образцах теста из пшеничной муки и теста, изготовленного из композитной смеси. Однако в полуфабрикатах, выработанных из КМС, начальная кислотность была значительно выше. Анализ динамики кислотонакопления позволил рекомендовать оптимальную дозировку пектина (0,3 %) и продолжительность брожения (90 мин), обеспечивающие равномерный рост кислотности в пределах установленных норм.

На втором этапе данного исследования был изучен способ внесения пектина в тесто и дана оценка его влияния на качество гото-

вых изделий. Дозировка яблочного пектина во всех вариантах опыта составила 0,3 % к массе муки, при этом способ внесения отличался по вариантам:

- вариант 1 – пектин добавляли в сухом виде;

- вариант 2 – пектин смешивали в сухом виде с солью, предусмотренной по рецептуре, после чего растворяли в воде и добавляли при замесе теста;

- вариант 3 – пектин вносили в сухом виде при активации дрожжей 5%-ным раствором сахара.

В производственной лаборатории были изготовлены и проанализированы образцы хлеба по всем вариантам эксперимента (табл. 2).

Таблица 2 – Качественная оценка образцов хлеба

Table 2 - Qualitative evaluation of bread samples

| Образец | Удельный объем формового хлеба, см ³ /100г | Н/Д подового хлеба | Влажность, % | Пористость, % | Кислотность, град |
|--------------|---|--------------------|--------------|---------------|-------------------|
| Хлеб из МВС: | | | | | |
| вариант 1 | 283±1,5 | 0,46±0,01 | 43,8±0,1 | 70±1,7 | 2,1±0,05 |
| вариант 2 | 289±2,3 | 0,50±0,02 | 43,9±0,2 | 73±1,4 | 2,3±0,03 |
| вариант 3 | 284±2,1 | 0,47±0,01 | 43,8±0,2 | 71±1,9 | 2,3±0,02 |
| Хлеб из КМС: | | | | | |
| вариант 1 | 275±1,9 | 0,40±0,02 | 44,2±0,3 | 62±2,0 | 2,7±0,06 |
| вариант 2 | 280±1,6 | 0,45±0,01 | 44,5±0,1 | 65±1,3 | 2,9±0,04 |
| вариант 3 | 278±1,4 | 0,43±0,01 | 44,3±0,2 | 63±1,7 | 2,8±0,02 |

При анализе физико-химических показателей установлено, что внесение пектина в виде солепектинового раствора позволило сформировать более высокую пористость и удельный объем хлеба.

С учетом полученных результатов при проведении эксперимента была разработана технология производства хлеба на основе композитной смеси с добавлением яблочного пектина.

Замес теста осуществляли по одностадийной технологии, предусматривающей предварительное смешивание компонентов

мучной смеси и приготовление солепектиновой смеси. Компоненты мучной смеси (муку пшеничную, кукурузную, рисовую и мучку риса) смешивали, просеивали и подавали на замес. Дрожжевую суспензию с рассчитанным количеством воды и солепектиновую смесь отправляли в тестомесильную машину, после чего тесто замешивали и оставляли на брожение в течение 90 мин.

Расчетную влажность теста с целью обеспечения качественного процесса формирования принимали равной 45,0±0,5 %, температура брожения теста 28±1 °С.)

Далее тесто разделявали на заготовки по 350 г, укладывали в формы для выпечки. Расстойку тестовых заготовок проводили при температуре 36–38 °С и относительной влажности воздуха 75–80 % в течение 60 мин. По окончании расстойки изделия вы-

пекали в увлажненной пекарной камере при температуре 200-210±3 °С.

Сравнительный анализ параметров технологического процесса производства хлеба приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Параметры приготовления теста и выпечки хлеба

Table 3 - Parameters of dough preparation and bread baking

| Параметр | Хлеб из МВС, приготовленный по традиционной технологии (безопасный) | Хлеб, изготовленный на основе КМС с добавлением яблочного пектина |
|--|---|---|
| Подготовка пектина: - температура воды, °С - соотношение «пектин : соль» - гидромодуль «смесь : вода» | – – – | 30 1 : 3 1 : 2 |
| Время брожения теста, мин | 150 | 90 |
| Время расстойки тестовых заготовок, мин | 45 | 60 |
| Время выпечки, мин | 35 | 40 |
| Температура выпечки, °С | 210–220 | 200–210 |

В процессе хранения в хлебе происходят изменения, вследствие которых уменьшается эластичность и повышается жесткость мякиша, теряются его вкус, аромат и свежесть [9].

Рецептурные компоненты могут в значительной мере оказывать влияние на скорость черствения, поэтому была проведена оценка изменений крошковатости и сжимаемости мякиша хлеба в процессе хранения (рис. 1–2).

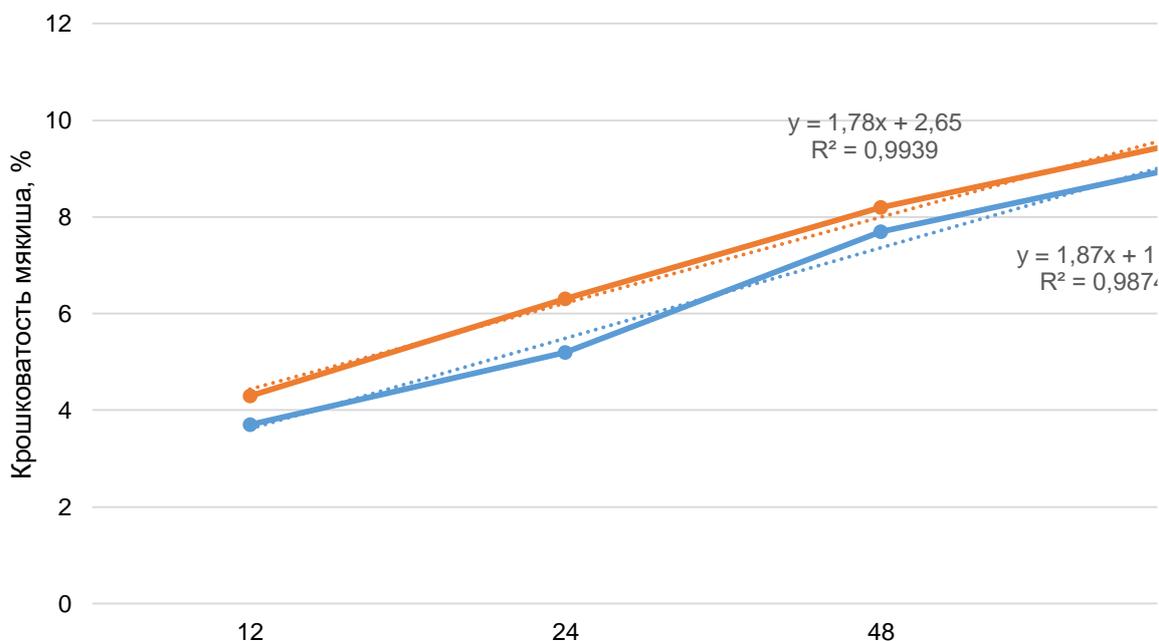


Рисунок 1 – Динамика изменения крошковатости мякиша при хранении образцов хлеба

Figure 1 - Dynamics of changes in crumb crumbiness during storage of bread samples

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ БИОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

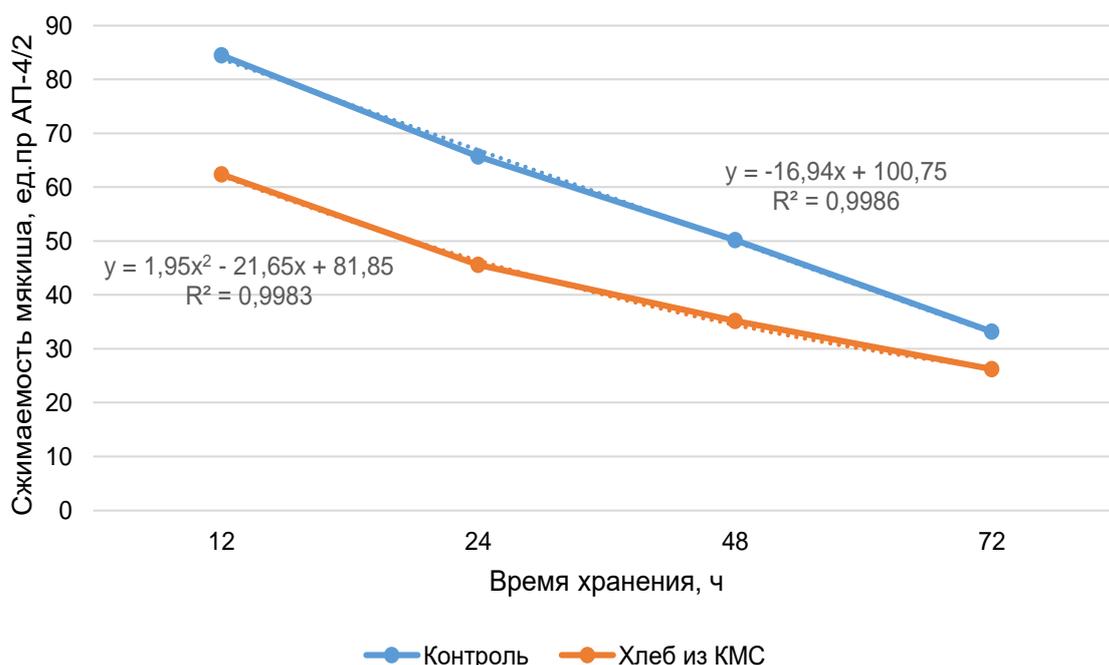


Рисунок 2 – Динамика изменения сжимаемости мякиша при хранении образцов хлеба

Figure 2 - Dynamics of changes in the compressibility of the crumb during storage of bread samples

Установлено, что крошковатость мякиша экспериментального образца хлеба на основе МКС в течение первых суток хранения увеличивается в среднем на 17,2 % по сравнению с контрольным образцом. При дальнейшем его хранении крошковатость мякиша практически не отличается от кон-

троля. Отмечено, что к концу срока хранения сжимаемость мякиша хлеба на основе МКС – ниже на 21 %.

Следующим этапом была сравнительная оценка пищевой ценности [10] исследуемых образцов хлеба (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние вносимых добавок на пищевую ценность хлеба

Table 4 - The effect of added additives on the nutritional value of bread

| Пищевые вещества | Содержание, г/100 г | |
|-------------------------------|---------------------|-------------|
| | Хлеб из МВС | Хлеб из КМС |
| Белки, г | 7,09±0,3 | 6,8±0,2 |
| Жиры, г | 0,87±0,21 | 1,46±0,15 |
| Углеводы, из них: | 47,03±0,7 | 46,8±0,8 |
| - крахмал, г | 44,1±0,9 | 43,3±0,6 |
| - пищевые волокна, г | 1,81±0,1 | 2,2±0,2 |
| - моно- и дисахариды, г | 1,12±0,08 | 1,3±0,06 |
| Витамин В ₁ , мг | 0,25±0,02 | 0,4±0,05 |
| Витамин В ₂ , мг | 0,087±0,01 | 0,101±0,02 |
| Витамин В ₅ , мг | 0,439±0,04 | 0,882±0,03 |
| Витамин В ₆ , мг | 0,173±0,07 | 1,63±0,1 |
| Витамин Е, мг | 1,126±0,03 | 0,965±0,04 |
| Витамин РР, мг | 2,82±0,11 | 4,83±0,23 |
| Железо, мг | 1,36±0,22 | 1,94±0,19 |
| Цинк, мг | 0,65±0,02 | 0,94±0,03 |
| Марганец, мг | 0,74±0,01 | 0,88±0,01 |
| Медь, мкг | 117,87±5,2 | 194,16±6,3 |
| Селен, мкг | 3,82±0,5 | 6,16±0,7 |
| Магний, мг | 27,72±1,3 | 71,36±2,5 |
| Фосфор, мг | 78,57±5,4 | 174,41±7,8 |
| Калий, мг | 119,2±6,2 | 179,81±9,8 |
| Энергетическая ценность, ккал | 217±1,2 | 219±2,3 |

Расчет выявил, что внесение КМС и яблочного пектина в рецептуру хлеба изменяет его химический состав: повышается содержание жиров на 68 %, пищевых волокон – на 21,5 %, моно- и дисахаридов – на 16,1 %, снижается содержание крахмала – на 1,8 %. Количество витаминов увеличилось: витамина В₁ – на 60 %, витамина В₂ – на 16,1 %, витаминов В₅ и В₆ – в 2 и 9,4 раза, витамина РР – на 71,2 %. Установлено значительное возрастание количе-

ства макро- и микроэлементов: железа – на 42,6 %, цинка – на 44,6 %, марганца – на 18,9 %, меди – на 64,7 %, селена – на 61,2 %, калия – на 50,8 %, фосфора и магния – в 2,2 и 2,6 раза.

Кроме того, внесение композитной смеси в рецептуру хлебных изделий улучшает их аминокислотный состав, увеличивая содержание дефицитных незаменимых аминокислот (табл. 5).

Таблица 5 – Содержание незаменимых аминокислот

Table 5 - Content of essential amino acids

| Наименование аминокислоты | Значение для образцов хлеба | | | | | | Адекватный уровень суточного потребления, мг (МР 2.3.1.1915-04) |
|---------------------------|--------------------------------|-------|--|--------------------------------|-------|--|---|
| | хлеб из МВС | | | хлеб из КМС | | | |
| | содержание мг в 100 г продукта | АС, % | удовлетворение суточной потребности, % | содержание мг в 100 г продукта | АС, % | удовлетворение суточной потребности, % | |
| Лизин | 125 | 22,7 | 3,0 | 147 | 26,7 | 3,6 | 4100 |
| Изолейцин | 273 | 68,3 | 13,7 | 297 | 74,3 | 14,9 | 2000 |
| Лейцин | 521 | 74,4 | 11,3 | 757 | 108,1 | 16,5 | 4600 |
| Треонин | 201 | 50,3 | 8,4 | 213 | 53,3 | 8,9 | 2400 |
| Валин | 303 | 60,6 | 12,1 | 366 | 73,2 | 14,6 | 2500 |
| Триптофан | 77 | 77,0 | 9,6 | 308 | 308,0 | 38,5 | 800 |
| Метионин+ цистин | 109 | 31,2 | 6,1 | 178 | 50,9 | 9,9 | 1800 |
| Фенилаланин+ тирозин | 374 | 62,3 | 8,5 | 538 | 89,7 | 12,2 | 4400 |

Результаты исследования разработанного вида хлеба подтвердили целесообразность включения в рецептуру композитной мучной смеси, что оказывает положительное влияние на повышение пищевой и биологической ценности готового продукта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенными исследованиями доказано, что использование композитной мучной смеси, составленной с применением продуктов переработки риса, кукурузы и яблочного пектина в рецептуре хлеба, является целесообразным. Предложенная коррекция рецептуры и технологического процесса позволяет получить качественный продукт, который благодаря пищевой и питательной ценности внесенной добавки можно рекомендовать как продукт, способствующий оздоровлению организма человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Optimisation modelling to improve the diets of first nations individuals / L. Johnson-Down [et al.]

// Journal of Nutritional Science. – 2019. – Vol. 8. – <https://doi.org/10.1017/jns.2019.30>.

2. Micronutrient supplementation and fortification interventions on health and development outcomes among children under-five in low-and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis / E. Tam [et al.] // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12. – № 2. – <https://doi.org/10.3390/nu12020289>.

3. Birch, C.S., Bonwick, G.A. Ensuring the future of functional foods // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 54. – № 5. – P. 1467–1485. – <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.

4. Постановление Президиума РАН № 178 от 27.11.2018 г. «Об актуальных проблемах оптимизации питания населения России: роль науки». – М., 2018. – 8 с.

5. Оценка функциональных свойств и показателей безопасности зернового хлеба с амарантовой мукой / Н.Н. Алехина [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. – 2021. – Т. 51. – № 2. – С. 323–332. – <https://doi.org/10.21603/20749414-2021-2-323-332>.

6. Айрумян, В.Ю., Сокол, Н.В., Ольховатов Е.А. Химический состав продуктов переработки зерна риса и кукурузы для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий // *Ползуновский вестник*. – 2020. – № 3. –

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ БИОКОРРЕКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА

С. 3–10. – <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.001>.

7. Айрумьян, В.Ю., Сокол, Н.В., Ольховатов, Е.А. Моделирование и оптимизация методом математического планирования состава композитных смесей для производства хлеба повышенной пищевой и биологической ценности // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2020. – № 5 (64). – С. 40–45. <https://doi.org/10.33979/2219-8466-2020-64-5-40-45>.

8. Меренкова, С.П., Жмачинская, Е.О. Инновационный способ производства хлебобулочных изделий с использованием вторичных сырьевых ресурсов // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 7 (153). – С. 168–174.

9. Изучение хлебопекарных свойств муки из *Dioscorea opposita* / Т.В. Меледина [и др.] // *Вестник Международной академии холода*. – 2017. – № 3. – С. 22–27. – <http://dx.doi.org/10.21047/1606-4313-2017-16-3-22-27>.

10. Скурихин, И.М., Тутельян, В.А. Химический состав российских продуктов питания : справочник. – Москва : ДеЛипринт, 2002. – 236 с.

Информация об авторах

Н. В. Сокол – д.т.н., профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

Н. С. Санжаровская – к.т.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

REFERENCES

1. Johnson-Down, L., Willows, N., Kenny, T.-A., Ing, A., Fediuk, K. & Sadik, T. (2019). Optimisation modelling to improve the diets of first nations individuals. *Journal of Nutritional Science*, (8). <https://doi.org/10.1017/jns.2019.30>.

2. Tam, E., Keats, E.C., Rind, F., Das, J.K. & Bhutta, Z.A. (2020). Micronutrient supplementation and fortification interventions on health and development outcomes among children under-five in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, (2). <https://doi.org/10.3390/nu12020289>.

3. Birch, C.S. & Bonwick, G.A. (2019). Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science and Technology*, (5), 1467-1485. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.

4. Postanovlenie Prezidiuma RAN № 178 ot 27.11.2018 g. "Ob aktual'nykh problemakh optimizatsii pitaniya naseleniya Rossii: rol' nauki" [Resolution No. 178 of November 27, 2018 of the Presidium of the Russian Academy of Sciences "On topical problems of optimizing the nutrition of the population of Russia: the role of science"]. Moscow, 2018. 8 p. (In Russ.).

5. Alekhina, N.N., Ponomareva, E.I., Zharkova, I.M. & Grebenshchikov, A.V. (2021). Assessment of Functional Properties and Safety Indicators of Amaranth Flour Grain Bread. *Food Processing: Techniques and Technology*, (2), 323-332. (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-2-323-332>.

6. Ayrumyan, V.Yu., Sokol, N.V. & Olkhovатов, E.A. (2020). Chemical composition of rice and corn grain processing products for increasing the nutritional and biological value of bakery products. *Polzunovsky vestnik*, (3), 3-10. (In Russ.) <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.001>.

7. Ayrumyan, V.Yu., Sokol, N.V. & Olkhovатов, E.A. (2020). Modeling and optimization by the method of mathematical planning of the composition of composite mixtures for the production of bread of increased nutritional and biological value. *Technology and commodity science of innovative food products*, (5), 40-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.33979/2219-8466-2020-64-5-40-45>.

8. Merenkova, S.P. & Zhmachinskaya, E.O. (2017). Innovative method of production of bakery products using secondary raw materials. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, (7), 168-174. (In Russ.).

9. Meledina, T.V., Golovinskaya, O.V., Amirova, E.R., Shelenga, T.V. & Gomes, S. (2017). Baking properties of flour from *Dioscorea opposita*. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*, (3), 22-27 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21047/1606-4313-2017-16-3-22-27>.

10. Skurikhin, I.M. & Tutelyan, V.A. (2002). *Chemical composition of Russian food products: Handbook*. Moscow: DeLiprint. (In Russ.).

Information about the authors

N. V. Sokol - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University.

N. S. Sanzharovskaya - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)
УДК 664.94

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.003

 EDN: PLHEFU

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДНО-ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ С ПОВЫШЕННОЙ УТИЛИТАРНОСТЬЮ БЕЛКОВ

Наталья Сергеевна Агальцева¹, Елена Юрьевна Егорова²,
Светлана Сергеевна Кузьмина³, Сергей Николаевич Цыганок⁴

^{1, 2, 3} Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

⁴ Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, Бийск, Россия

¹ natashazelencova98@mail.ru

² egorovaeyu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4990-943X>

³ svetlana.politeh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-867X>

⁴ grey@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7832-3510>

Аннотация. Технологии производства паштетов позволяют комбинировать разнообразное по пищевой ценности сырье, вносить дефицитные физиологически функциональные ингредиенты. При этом паштеты обладают текстурными характеристиками, приемлемыми для любой возрастной категории потребителей, что делает эти продукты перспективными для модификации. К наиболее важным технологическим задачам при производстве паштетов относятся обеспечение характерной текстуры и гарантий её стабильности в процессе хранения. Ультразвуковое кавитационное воздействие считается эффективным в загущении и стабилизации пищевых систем, повышении их кинематической вязкости и плотности, что обусловило выбор метода гомогенизации в представленной работе. При разработке новых мясорастительных паштетов в качестве растительного компонента использована мука из полуобезжиренного амарантового, тыквенного и кунжутного жмыхов, из животного сырья – механически измельченная вареная куриная грудка и сухое цельное молоко. Для создания кавитации применяли аппарат серии «Волна», УЗТА-0,4/22-ОМ. Рабочие параметры эксперимента: гидромодуль 1:5, температура 70 °С, разовый обрабатываемый объем 250 мл; продолжительность воздействия 30 с и интенсивность ультразвукового воздействия 16 Вт/см². Установлено, что комбинирование растительного и животного сырья в соответствии с разработанной авторами рецептурой и применение рекомендуемых режимов ультразвукового воздействия обеспечивают необходимые структурно-механические свойства продукта. Комплексный анализ пищевой ценности новых мясорастительных паштетов свидетельствует об их более высокой сбалансированности по основным пищевым компонентам и улучшении значений показателей, характеризующих усвояемость белка, по сравнению с реализуемыми мясорастительными паштетами.

Ключевые слова: паштеты, технология, ультразвук, кавитация, амарантовая мука, тыквенная мука, кунжутная мука, пищевая ценность, реология паштетов, утилитарность белка.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки России на создание и развитие инжинирингового центра в рамках реализации федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты».

Для цитирования: Использование ультразвука для диспергирования и стабилизации водно-дисперсной структуры мясорастительных паштетов с повышенной утилитарностью белков / Н. С. Агальцева [и др.] // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 24–32. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.003. EDN: <https://elibrary.ru/PLHEFU>.

USING ULTRASOUND FOR DISPERSION AND STABILIZATION OF THE WATER-DISPERSED STRUCTURE OF THE MEAT- VEGETABLE PATES WITH INCREASED UTILITY OF PROTEINS

Natalia S. Agaltseva¹, Elena Yu. Egorova²,
Svetlana S. Kuzmina³, Sergey N. Tsyganok⁴

^{1, 2, 3} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

⁴ Biysk Institute of Technology (branch) of the Polzunov Altai State Technical University, Biysk, Russia

¹ natashazelencova98@mail.ru

² egorovaeyu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4990-943X>

³ svetlana.politeh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-867X>

⁴ grey@bti.secna.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7832-3510>

Abstract. Pate production technologies allow combining raw materials of various nutritional value, introducing physiologically deficient functional ingredients, while having textural characteristics suitable for any age category of consumers, which makes these products promising for modification. The most important technological tasks in the production of pates include providing a characteristic texture and guarantees of its stability during storage. Ultrasonic cavitation is considered effective in thickening and stabilizing food systems, increasing their kinematic viscosity and density, which led to the choice of the homogenization method in the presented work. When developing new meat and vegetable pates, flour from semi-skimmed amaranth, pumpkin and sesame cake was used as a vegetable component, mechanically crushed boiled chicken breast and whole milk powder were used from animal raw materials. To create cavitation, a device of the "Wave" series, UZTA-0,4/22-OM. Operating parameters of the experiment: hydromodule 1:5, temperature 70 °C, single treated volume 250ml; duration of exposure 30 s and intensity of ultrasonic exposure 16 W/cm². It is established that the combination of plant and animal raw materials in accordance with the formulation developed by the authors and the use of recommended modes of ultrasonic exposure provide the necessary structural and mechanical properties of the product. A comprehensive analysis of the nutritional value of new meat and vegetable pates indicates their higher balance in terms of the main food components and an improvement in the values of indicators characterizing protein digestibility, compared with the meat and vegetable pates sold.

Acknowledgements: The research was carried out with the support of a grant from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for the creation and development of an engineering center within the framework of the federal project "Development of infrastructure for Research and Training" of the national project "Science and Universities".

Keywords: pates, technology, ultrasound, cavitation, amaranth flour, pumpkin flour, sesame flour, nutritional value, rheology of pates, protein utility.

For citation: Agaltseva, N. S., Egorova, E. Yu., Kuzmina, S. S. & Tsyganok, S. N. (2022). Using ultrasound for dispersion and stabilization of the water-dispersed structure of the meat-vegetable pates with increased utility of proteins. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 24-32. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.003. EDN: <https://elibrary.ru/PLHEFU>.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия все более остро проявляется дефицит целого ряда макро- и микронутриентов в питании, в связи с чем все актуальнее повышение пищевой ценности различных товарных групп продуктов для разных категорий потребителей.

Одним из наиболее дефицитных нутриентов, недостаток которого в ежедневном рационе отображается на росте и развитии человека практически сразу, является полноценный белок. Примером продуктов, для которых целесообразно и перспективно увеличение доли белкового компонента, являются вегетарианские и мясорастительные паштеты. Эти продукты позволяют комбинировать

самое разнообразное по пищевой ценности сырье, вносить дефицитные физиологически функциональные ингредиенты, при этом обладают текстурными характеристиками, приемлемыми для любой возрастной категории потребителей [1, 2].

Паштеты относятся к продуктам со специфической структурой и структурно-механическими свойствами, обеспеченными тонким измельчением используемого сырья и подбором дополнительных компонентов [3]. Для поддержания связной и пластичной текстуры паштетов в их рецептуру традиционно вводятся темперированная пшеничная мука, крахмал, иногда с этой целью добавляются камеди и другие водоудерживающие и стабилизирующие пищевые добавки [2, 3].

Привлечение новых видов растительного сырья в производство мясорастительных консервов позволяет сбалансировать состав их белков, благодаря чему повысить их усвояемость и получить продукт, соответствующий современным рекомендациям в области физиологических норм питания. Наиболее частым растительным компонентом паштетов являются продукты переработки семян бобовых культур [3]. Включение в состав паштетов масличных и эфирномасличных семян и муки из них также известно [4, 5], однако внесение некоторых из них в физиологически значимой дозировке исключено по причине их негативного влияния на вкусо-ароматические качества готового продукта. Основной идеей подобного изменения рецептур является повышение пищевой ценности паштетов за счет введения с растительным сырьем дополнительного белка и/или пищевых волокон и адаптация состава паштетов к рациону потребителей, нуждающихся в профилактическом, геродиетическом либо ином специализированном питании [1, 2].

Наиболее важными характеристиками в оценке пищевой ценности белоксодержащего сырья являются фракционный и аминокислотный состав белка, поэтому обоснование выбора растительного сырья для паштетов должно основываться на их анализе и использовании.

Семена амаранта содержат 17–25 % белка, 5–8 % жиров, сквален и легко усвояемые пищевые волокна. Благодаря повышенному содержанию незаменимых аминокислот, прежде всего лизина и метионина, белок *муки из семян амаранта* превосходит белок многих зерновых и бобовых культур [6–8] и на 65–80 % состоит из легкорастворимых фракций – альбуминов и глобулинов (таблица 1). Аминокислотами, лимитирующими

биологическую ценность белков семян амаранта, являются лейцин и изолейцин [8].

В *тыквенной муке* содержание легкоусвояемых белков составляет около 70 %, и их усвояемость лимитируется серосодержащими аминокислотами и триптофаном [9]. Основными запасными белками *муки из семян кунжута* являются альбумины и глобулины – более 80 % (таблица 1), сумма незаменимых аминокислот составляет 43–44 % [10, 11]. Белки кунжута богаты метионином и триптофаном, лимитирует усвояемость белков лизин.

По суммарному содержанию незаменимых аминокислот в 100 г белка масличная мука сопоставима с сырьем животного происхождения, но при этом содержание белка в составе масличной муки значительно выше. Разные лимитирующие аминокислоты, отличные от лимитирующих аминокислот животного сырья (таблица 2), позволяют обеспечить повышение усвояемости суммарного белка новых мясорастительных продуктов. Особенности фракционного состава белков всех трех видов масличной муки определяют их эффективность в связывании и удерживании воды и жира [9–11], что важно для обеспечения характерной структуры паштетов. Кроме отмеченных особенностей фракционного и аминокислотного состава белков, мука из масличных семян характеризуется более богатым витаминно-минеральным составом, наличием пищевых волокон и специфических антиоксидантов [7–11].

При моделировании продуктов сложно-рецептурного состава повышение биологической ценности белкового компонента только за счет комбинирования растительного сырья является нереализуемой задачей. Для таких продуктов рекомендации по использованию белоксодержащего сырья и растительного, и животного происхождения являются обоснованными и неоспоримыми.

В отварной куриной грудке содержится от 21 до 24 % легкоусвояемого белка, лимитированного по серосодержащим аминокислотами триптофану (что делает нецелесообразным включение в куриный паштет тыквенной муки без дополнительных белоксодержащих компонентов). Кроме хорошо усвояемого белка, пищевая ценность белого куриного мяса обусловлена наличием холина и витаминов группы В, особенно важными в числе которых считаются В₉ и В₁₂ [12].

Ранее было показано, что применение ультразвукового кавитационного воздействия обеспечивает эффективное эмульгирование, загущение и стабилизацию пищевых колло-

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ
ВОДНО-ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ
С ПОВЫШЕННОЙ УТИЛИТАРНОСТЬЮ БЕЛКОВ**

идных систем [13]. В связи со всем вышесказанным, целью представленной работы являлось использование ультразвука для диспергирования и стабилизации водно-

дисперсной структуры мясорастительных паштетов с повышенной утилитарностью белков.

Таблица 1 – Фракционный состав белков используемого растительного и животного сырья

Table 1 - Fractional composition of proteins of used vegetable and animal raw materials

| Вид сырья | Содержание фракции белков, % от суммы белков | | | |
|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|
| | альбумины | глобулины | глютелины | проламины |
| Тыквенная мука [9] | 25,2...27,2 | 42,8...48,3 | 19,3...21,8 | следы |
| Кунжутная мука [10, 11] | 19,8...22,3 | 41,8...58,3 | 19,3...30,8 | следы...7,7 |
| Амарантовая мука [6] | 50,5...57,0 | 17,0...25,9 | 9,1...15,4 | 3,6...7,5 |
| Куриная грудка [12] | 27 | 47 | 24 | – |
| Сухое молоко [14] | 12,1 | около 6 | | 81,9 |

Таблица 2 – Содержание незаменимых аминокислот в исходном сырье, г/100 г белка

Table 2 - The content of essential amino acids in the feedstock, g / 100 g of protein

| Название аминокислоты | Содержание аминокислоты, г/100 г белка | | | | | |
|-----------------------|--|----------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|
| | Идеальный белок | Сырье | | | | |
| | | амарантовая мука [8] | тыквенная мука [9] | кунжутная мука [15] | белое куриное мясо [16] | сухое молоко [14] |
| Лизин | 5,5 | 9,80 | 5,93 | 4,01* | 10,05 | 5 |
| Фенилаланин + тиразин | 6 | 8,81 | 10,19 | 8,16 | 7,73 | 10 |
| Лейцин + изолейцин | 11 | 10,45* | 11,51 | 13,14 | 13,43 | 14 |
| Метионин + цистин | 3,5 | 4,04 | 2,67* | 5,92 | 3,57* | 3* |
| Валин | 5 | 5,64 | 4,86 | 5,49 | 5,34 | 5 |
| Треонин | 4 | 5,09 | 7,45 | 5,36 | 4,51 | 4 |
| Триптофан | 1 | 2,87 | 0,79 | 1,85 | 1,21 | 1 |

Примечание: *аминокислота, лимитирующая усвояемость белка.

Материалы и методы

В качестве растительного компонента мясорастительных паштетов использованы три вида масличных жмыхов, полученных в условиях промышленного производства пищевых растительных масел холодного отжима из соответствующих видов маслосодержащих семян: жмых из семян кунжута (торговое наименование «Кунжутная мука»), жмых из семян тыквы («Тыквенная мука») и жмых из семян амаранта («Амарантовая мука») по СТО 33974444-011-2019 (ООО «Специалист», г. Бийск).

Получение мясорастительных паштетов реализовали в 2 этапа:

I – приготовление суспендированных растительных основ паштетов с использованием ультразвукового кавитационного воздействия;

II – составление рецептурной смеси и её гомогенизация механическим способом.

В качестве метода обработки растительного сырья с целью его гидратации и стабилизации в водной суспензии применён прием ультразвукового кавитационного воздействия. Для получения пастообразных основ использовали прибор серии «Волна» (модель УЗТА-0,4/22–ОМ, Лаборатория акустических процессов и аппаратов АлтГТУ), полуобезжиренную амарантовую, тыквенную и кунжутную муку и деминерализованную воду питьевого качества.

Рабочие параметры получения суспендированных паст – основ мясорастительных паштетов из масличных жмыхов:

- гидромодуль – 1:5;
- разовый обрабатываемый объем 250 мл;
- температура водной фазы – 70 °С;
- продолжительность ультразвукового воздействия – 30 с., при интенсивности воздействия 16 Вт/см².

В процессе ультразвукового воздействия для исключения локального высокоинтенсив-

ного нагрева обрабатываемой среды периодически происходило ее перемешивание.

Оценку качества разработанных паштетов вели на соответствие требованиям ГОСТ Р 55334-2012 «Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия». Текстуру паштетов исследовали при 25 ± 1 °С на приборе «Структурометр СТ-2» (ООО «Лаборатория качества», г. Москва) с индентором «Валента». В качестве объекта сравнения использован мясорастительный паштет «Фирменный Атяшево» (МПК «Атяшевский»).

Анализ пищевой ценности и сбалансированности состава белков паштетов осуществляли с учетом общепринятых рекомендаций [17].

Результаты и их обсуждение

При разработке современных технологий производства пищевых продуктов производители ориентируются на формирование приемлемых органолептических показателей, содержание разных групп пищевых веществ, стабильность суспензии при хранении. Ведущей причиной нестабильности пищевых систем является отслоение жидкой фазы воды или бульона, поэтому для получения стабильной коллоидной системы в каждом конкретном случае важен обоснованный выбор технологических параметров получения и сохранения продукта.

Согласно результатам исследования, ультразвуковое кавитационное воздействие способствует улучшению качества модельных сред в сравнении с простым смешиванием. После обработки ультразвуком интенсифицируется процесс набухания частиц мас-

личных жмыхов, благодаря чему суспензии даже визуально становятся более вязкими (рисунок 1). При введении в рецептуру масличной муки у исследуемых образцов, соответственно, проявился запах семян тыквы, амаранта и кунжута. Очевидно, что применение ультразвука придает полученной системе необходимую дополнительную устойчивость и стабильность.

Вареную куриную грудку измельчали и смешивали с суспендированной растительной основой. Для дополнительного повышения пищевой ценности паштетов в рецептурную смесь вводили сухое молоко.

После охлаждения экспериментальные образцы имеют однотипную консистенцию, довольно густую и плотную структуру (рисунок 2). Цвет паштета из кунжутной муки – светло-кремовый с сероватым оттенком, из амарантовой муки – от светло-коричневого до серовато-коричневого, из тыквенной муки – характерный оливково-зеленый. Запах и вкус паштетов – умеренно выраженные, приятные, соответствующие комбинируемому растительному и животному сырью.

С учетом экспериментальных данных разработаны рецептуры паштетов на основе амарантовой, тыквенной и кунжутной муки (таблица 3). Соотношение в рецептурах мясного сырья и суспендированной растительной основы установлено опытным путем с учетом структурно-механических свойств и органолептических характеристик полученного продукта. Анис использован для придания паштетам характерного пряного аромата.



Рисунок 1 – Образцы суспендированных основ из кунжутной, амарантовой и тыквенной муки после обработки в ультразвуковом поле.

Параметры эксперимента: 70 °С, гидромодуль 1:5

Figure 1 - Samples of suspended bases from sesame, amaranth and pumpkin flour after processing in an ultrasonic field.

Experimental parameters: 70 °С, hydromodule 1:5



Рисунок 2 – Образцы паштетов на основе кунжутной, амарантовой и тыквенной муки

Figure 2 - Samples of pates based on sesame, amaranth and pumpkin flour

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ
ВОДНО-ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ
С ПОВЫШЕННОЙ УТИЛИТАРНОСТЬЮ БЕЛКОВ

Таблица 3 – Рецептуры паштетов

Table 3 - Recipes of pates

| Наименование сырья | Расход сырья, кг/100 кг паштета с мукой | | |
|--|---|-----------|-----------|
| | амарантовой | тыквенной | кунжутной |
| Мясо курицы (отварная куриная грудка) | 12,70 | 13,20 | 12,20 |
| Паста из муки масличных семян: - вода | 57,60 | 60,10 | 55,10 |
| - полуобезжиренная масличная мука амарантовая / тыквенная / кунжутная | 14,40 | 15,05 | 13,85 |
| Сухое цельное молоко | 12,70 | 8,85 | 16,25 |
| Камедь ксантановая | 0,80 | 0,90 | 0,80 |
| Соль пищевая | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Анис молотый | 0,80 | 0,90 | 0,80 |

Таблица 4 – Показатели сбалансированности белка в сырье и паштетах

Table 4 - Indicators of protein balance in raw materials and pates

| Наименование показателя | Сырье | | | | | Паштет с мукой | | |
|---|------------------|----------------------|----------------|------------------|-------------|------------------|------------------|-------------|
| | Мясо курицы [16] | Сухое цельное молоко | Масличная мука | | | амарантовой | тыквенной | кунжутной |
| | | | амарантовая | тыквенная | кунжутная | | | |
| Содержание белка, г/100 г | 22,2 | 26,0 | 41,4 | 34,5 | 34,9 | 12,1 | 11,8 | 13,0 |
| Суммарное содержание НАК, г/100 г белка | 45,84 | 42,00 | 46,70 | 43,40 | 43,93 | 45,09 | 43,56 | 43,70 |
| Лимитирующая аминокислота (ЛАК) | метионин+ цистин | метионин+ цистин | лейцин | метионин+ цистин | лизин | метионин+ цистин | метионин+ цистин | лизин |
| Скор ЛАК, % | 102 | 86 | 86 | 76 | 72 | 104 | 84 | 101 |
| Утилитарность белка, % | 80,1 | 72,9 | 66,3 | 63,0 | 59,0 | 83,0 | 69,4 | 83,2 |
| Сопоставимая избыточность белка, % | 8,9 | 12,8 | 18,3 | 21,1 | 25,0 | 7,4 | 15,9 | 7,3 |
| КРАС* белка, % | 19,9 | 26,3 | 33,7 | 37,0 | 41,0 | 17,0 | 30,6 | 16,8 |
| БЦ**, % | 80,1 | 73,7 | 66,3 | 63,0 | 59,0 | 83,0 | 69,4 | 83,2 |

Примечания: *КРАС – коэффициент разбалансированности аминокислотного состава,

**БЦ – биологическая ценность белка.

Комплексный анализ пищевой ценности новых мясорастительных паштетов по основным пищевым компонентам свидетельствует об их более высокой сбалансированности и улучшении значений показателей, характеризующих усвояемость белка, по сравнению с реализуемыми мясорастительными паштетами. В частности, для паштетов на основе амарантовой и кунжутной муки достигнутая утилитарность (сбалансированность) суммарного белка выше, чем утилитарность белка каждого из исходных компонентов, включая входящее в рецептуру сырье животного происхождения (таблица 4).

Несмотря на то, что кунжутная мука изначально характеризуется самой низкой утилитарностью и самыми высокими значениями, сопоставимой избыточности и разбалансированности белка, полученный на её основе мясорастительный паштет обладает наиболее высокой биологической ценностью и усвояемостью белка. Паштет на основе амарантовой муки по показателям, характеризующим пищевую ценность белков, приближается к пашкету на основе кунжутной муки. Для паштета на основе тыквенной муки обеспечить искомый баланс сочетанием с куриным мясом и сухим молоком не удалось,

но есть вероятность, что повышение биологической ценности такого мясорастительного продукта может быть достигнуто комбинированием с белками других видов мяса или субпродуктов.

Ведущая роль в образовании вязкой структуры паштетов принадлежит белковым веществам и крахмалу муки, набухающим в присутствии воды. Однако в разных видах масляной муки эти компоненты обладают разной водопоглощательной способностью, обусловленной морфологическими особенностями ботанического вида сырья и способом его технологической обработки.

Все три вида мясорастительных паштетов, благодаря эффективно обработанному посредством ультразвукового кавитационного воздействия растительному сырью, имели нежную мажущую консистенцию, что предполагает хорошую текучесть этих продуктов.

Анализ графиков релаксации усилий, построенных по результатам анализа трех

разработанных паштетов на Структурометре СТ-2 (рис. 3), показывает, что по основной характеристике, позволяющей количественно сравнить консистенцию паштетов, – пределу прочности – наиболее приближен к реализуемому аналогу ($F_{пр} = 45,7$ г) паштет на основе муки из семян кунжута ($F_{пр} = 48,3$ г).

Более пластичным получился паштет на основе муки из семян амаранта ($F_{пр} = 28$ г), и наименее прочный – паштет на основе муки из семян тыквы ($F_{пр} = 16,9$ г), что, вероятно, можно объяснить влиянием меньшей силы когезионного сцепления, формируемого с участием частиц масляной муки в данных паштетах. Таким образом, использование тыквенной муки в составе мясорастительных паштетов не только не обеспечивает реализацию идеи комбинирования белка, но и формирует самые жидкие пищевые системы, мало пригодные для производства паштетов.

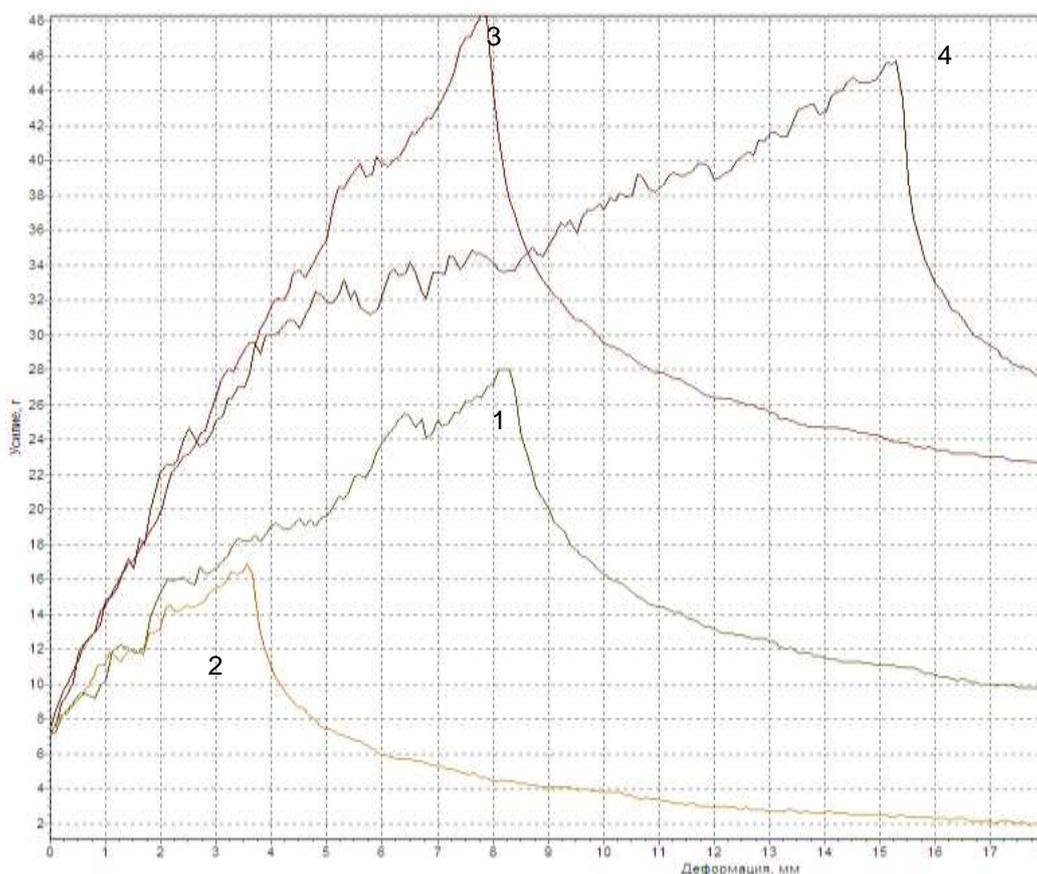


Рисунок 3 – Графики релаксации усилия, построенные по данным анализа паштетов:
 1 – амарантовый паштет; 2 – тыквенный паштет; 3 – кунжутный паштет;
 4 – паштет «Фирменный Атышево»

Figure 3 - The graph of relaxation of effort, built according to the analysis of pate
 1 - amaranth pate, 2 - pumpkin pate, 3 - sesame pate, 4 - pate «Branded Atyashevo»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДНО-ДИСПЕРСНОЙ СТРУКТУРЫ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ С ПОВЫШЕННОЙ УТИЛИТАРНОСТЬЮ БЕЛКОВ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование состава и свойств муки из семян масличных культур позволяют рассматривать некоторые виды такой муки в качестве биологически ценного сырья, на основе которого возможно производство сложно-рецептурных продуктов питания с повышенной пищевой ценностью. При использовании муки из семян кунжута и амаранта сочетание с сырьем животного происхождения обеспечивает повышение сбалансированности и усвояемости суммарного белка, а эффекты ультразвуковой кавитации дают возможность создания пластичного гомогенизированного продукта, подходящего не только для массового питания, но и для разработки новых продуктов профилактического, геродиетического и иного специализированного питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Момчилова, М.М., Йорданов, Д.Г., Градинарска, Д.И., Петрова, Т.В. Влияние тепловой обработки на физико-химические и органолептические показатели мясорастительного паштета с пониженным содержанием жира, обогащенного пребиотиками // *Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта*. – 2019. – № 4–5. – С. 235–243.
2. Зинина, О.В., Гаврилова, К.С., Позднякова, М.А. Исследование мясорастительных паштетов, обогащенных нетрадиционными видами пищевых ингредиентов // *Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии*. – 2018. – Т. 6. – № 4. – С. 61–66, DOI:10.14529/food180408.
3. Самченко, О.Н., Пен, Л.А. Разработка рецептур мясорастительных паштетов с использованием семян бобовых культур // *Приоритетные научные направления: от теории к практике*. – 2015. – № 18. – С. 93–98.
4. Величко, Н.А., Шароглазова, Л.П. Оценка возможности применения семян льна в рецептурах паштетов из куриных субпродуктов // *Вестник КрасГАУ*. – 2020. – № 1. – С. 110–115.
5. Наумова, Н.Л., Лукин, А.А., Мигуля, И.Ю. О возможности использования жмыха семени черного тмина в приготовлении печеночного паштета // *Дальневосточный аграрный вестник*. – 2018. – №1 (45). – С. 67–75.
6. Чернов, А.И., Куликов, Ю.А., Гасимова, Г.А. Особенности белков амаранта (*Amaranthus L.*): экстракция, свойства, использование // *Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: РАЕН*. – М., 2005. – Вып. 12. – С. 70–81.
7. Шмалько, Н.А., Чалова, И.А., Моисеенко, Н.А., Ромашко, Н.Л. Особенности микроструктуры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта // *Техника и технология пищевых производств*. – 2011. – № 1. – С. 57–63.

8. Шмалько, Н.А., Дроздовская, Н.А., Чалова, И.А., Ромашко, Н.Л. Перспективы использования амарантовой белковой муки в хлебопечении // *Техника и технология пищевых производств*. – 2009. – № 1. – С. 3–7.

9. Васильева, А.Г., Круглова, И.А. Химический состав и потенциальная биологическая ценность семян тыквы различных сортов // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2007. – № 5–6. – С. 30–33.

10. Альван, А.М.А. Биохимическая характеристика запасных белков кунжута, используемых для обогащения пищевых продуктов : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2002. – 23 с.

11. Idowu, A.O., Alashi, A.M., Nwachuku, I.D. [et al]. Functional properties of sesame (*Sesamum indicum Linn*) seed protein fractions // *Food Production, Processing and Nutrition*. – 2021. – V. 3. – № 4. – <https://doi.org/10.1186/s43014-020-00047-5>.

12. Иванченкова, Т.А. Разработка технологии продукта из ферментированного мяса птицы, обезвоженного путем вакуумного испарения и сублимационной сушки в едином цикле : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2013. – 24 с.

13. Зеленцова, Н.С., Егорова, Е.Ю., Шакура, В.А. Стабилизация суспендированных пищевых систем на основе муки из масличных жмыхов в условиях ультразвуковой обработки // *В сборнике : Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях*. – 2019. – С. 128–132.

14. Скурихин, И.М., Нечаев, А.П. Все о пище с точки зрения химика : справочное изд. – М. : Высшая школа, 1991. – 288 с.

15. Егорова, Е.Ю., Резниченко, И.Ю., Бочкарев, М.С., Дорн, Г.А. Разработка новых кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья // *Техника и технология пищевых производств*. – 2014. – № 3. – С. 31–38.

16. Мифтахутдинова, Е.А. Прижизненное формирование качества мяса цыплят-бройлеров и разработка паштетных консервов с его использованием : дисс. ... канд. техн. наук. – Троицк, 2021. – 176 с.

17. Лисин, П.А., Молибога, Е.А. Канушина, Ю.А. Смирнова, Н.А. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов // *Аграрный вестник Урала*. – 2012. – № 3 (95). – С. 26–28.

Информация об авторах

Н. С. Агальцева – студент направления подготовки «Продукты питания из растительного сырья» кафедры технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

Е. Ю. Егорова – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

С. С. Кузьмина – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского

государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

С. Н. Цыганок – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Методы и средства измерений и автоматизации» БТИ (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

REFERENCES

1. Momchilova, M.M. [et al]. (2019). The effect of heat treatment on the physicochemical and organoleptic indicators of meat and vegetable pate with a low FAT content, enriched with prebiotics. *Health, Physical Culture and Sports*. 4-5. P. 235-243.
2. Zinina, O.V. [et al]. (2018). Research of meat-vegetable pate enriched with non-traditional food ingredients. *Bulletin of South Ural State University. Food and Biotechnology*. 6(4). P. 61-66, DOI:10.14529/food180408.
3. Samchenko, O.N. & Pen, L.A. (2015). Development of recipes for meat-growing pates with the use of legume seeds. *Priority scientific directions: from theory to practice*. 18. P. 93-98.
4. Velichko, N.A. & Sharoglazova, L.P. (2020). The evaluation of the possibility of using flax seeds in the recipes of pates from chicken by-products. *Bulletin of KrasGAU*. 1. P. 110-115.
5. Naumova, N.L. [et al]. (2018). Possibility of using black cumin seed-cake in the production of liver pate. *Far East Agrarian Bulletin*. 1 (45). P. 67-75.
6. Chernov A.I. [et al]. (2005). Features of amaranth (*Amaranthus L.*) proteins: extraction, properties, use. *Unconventional natural resources, innovative technologies and products: RAEN*. 12. 70-81.
7. Shmalko, N.A. [et al]. (2011). Microstructure features and chemical composition of amaranth grain processing food products. *Food Processing: Techniques and Technology*. 1. 57-63.
8. Shmalko, N.A. [et al]. (2009). Prospects of use an amaranth albuminous flour in bread making. *Food Processing: Techniques and Technology*. 1. 3-7.
9. Vasilyeva, A.G. & Kruglova, I.A. (2007). Chemical composition and potential biological value of pumpkin seeds of various varieties. *Food Technology*. 5-6. 30-33.
10. Alvan, A.M.A. (2002). Biochemical characteristics of sesame spare proteins used for food fortification: Autoref. diss. candidate of technical sciences. Krasnodar. (In Russ.).

11. Idowu, A.O. [et al]. (2021). Functional properties of sesame (*Sesamum indicum* Linn) seed protein fractions. *Food Production, Processing and Nutrition*. 3 (4). <https://doi.org/10.1186/s43014-020-00047-5>.

12. Ivanchenkova, T.A. (2013). Development of technology for a product made from fermented poultry meat dehydrated by vacuum evaporation and freeze drying in a single cycle : autoref. diss. candidate of technical sciences. Moscow. (In Russ.).

13. Zelentsova, N.S., Egorova, E.Yu. & Shakura, V.A. (2019). Stabilization of suspended food systems based on flour from oilseed cakes under ultrasonic treatment. In the collection: *Measurements, Automation and Modeling in Industry and Scientific Research*. 128-132. (In Russ.).

14. Skurikhin, I.M. & Nechaev, A.P. (1991). All about food from the point of view of a chemist: reference ed. Moscow: Higher School. (In Russ.).

15. Egorova, E.Yu. [et al]. (2014). Development of new confectionery using non-traditional raw materials. *Food Processing: Techniques and Technology*. 3. 31-38. (In Russ.).

16. Miftakhutdinova, E.A. (2021). Lifetime formation of the quality of broiler chicken meat and the development of canned pate with its use: diss. candidate of technical sciences. Troitsk. (In Russ.).

17. Lisin, P.A. [et al]. (2012). Estimation amino acid of structure retsepturnoj of the MIX food stuff. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 3 (95). P. 26-28. (In Russ.).

Information about the authors

N. S. Agaltseva - student of the training course «Foodproductsfrom vegetable raw materials» of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

E. Yu. Egorova - Doctor of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

S. S. Kuzmina - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

S. N. Tsyganok - candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Methods and Means of Measurement and Automation, Biysk Technological Institute of Polzunov Altai State Technical University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)
УДК 664.77

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.004

 EDN: EHGDSJ

ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ГРЕЧИХИ С ДВУХЭТАПНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ ЗЕРНА В ШНЕКОВОЙ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКЕ

Людмила Витальевна Анисимова¹, Сергей Владимирович Якушев²,
Андрей Евгеньевич Земеров³

¹ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия, anislv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7900-2935>

² ООО "Агро-ПроектСтрой", Барнаул, Россия, swy79@mail.ru

³ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия, z-andrey@rambler.ru

Аннотация. Изучен процесс гидротермической обработки (ГТО) гречихи, включающий двухэтапное увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке, отволаживание после каждого этапа увлажнения и сушку.

В исследованиях использовали зерно гречихи урожая 2021 г., выращенное в Алтайском крае. Зерно шелушили на лабораторном вальцедековом станке. На шелушение направляли I фракцию гречихи, прошедшую ГТО. Продукты шелушения сортировали на наборе сит (металлотканом № 08 и пробивном с отверстиями 1,7×20 мм), лузгу отвеивали на лабораторном аспираторе.

На основании результатов предварительно проведенных однофакторных экспериментов разработан и реализован план полного факторного эксперимента ПФЭ 2³. С учетом того, что в более ранних исследованиях были подобраны значения части основных факторов изучаемого процесса ГТО, а именно: влажность зерна после первого увлажнения 22±0,2 %; длительность отволаживания после первого увлажнения 4 ч; остаточное давление воздуха в установке при первом и втором увлажнении 0,05 МПа; длительность отволаживания после второго увлажнения 4 ч, в качестве варьируемых были выбраны оставшиеся факторы: влажность зерна после второго увлажнения и параметры процесса сушки – температура агента сушки и влажность зерна после сушки.

После реализации полного факторного эксперимента и обработки экспериментальных данных составлены уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс ГТО гречихи, для коэффициентов цельности ядра и шелушения зерна, рассматриваемых в качестве выхода процесса. На основе уравнения регрессии для коэффициента цельности ядра составлена и реализована программа оптимизации с использованием процедуры Бокса-Уилсона.

С учетом реализации однофакторных и многофакторного экспериментов получены следующие оптимальные условия ГТО гречихи с двукратным увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна: влажность зерна после второго увлажнения – 30±0,5 %; остаточное давление воздуха в шнековой вакуумной установке – 0,05 МПа; влажность зерна после сушки – 13,5–14,0 %, температура агента сушки – 165–170 °С.

Ключевые слова: зерно, гречиха, гидротермическая обработка, увлажнение, отволаживание, сушка, шнековая вакуумная установка, лабораторный вальцедековый станок, коэффициент цельности ядра, коэффициент шелушения, полный факторный эксперимент.

Для цитирования: Анисимова Л. В., Якушев С. В., Земеров А. Е. Гидротермическая обработка гречихи с двухэтапным увлажнением зерна в шнековой вакуумной установке // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 33–38. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.004. EDN: <https://elibrary.ru/EHGDSJ>.

Original article

HYDROTHERMAL TREATMENT OF BUCKWHEAT WITH TWO-STAGE GRAIN MOISTENING IN A SCREW VACUUM INSTALLATION

Ludmila V. Anisimova ¹, Sergey V. Yakushev ², Andrey E. Zemerov ³

^{1,3} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

¹ anislv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7900-2935>

³ z-andrey@rambler.ru

² Agro-Projectstroy LLC, Barnaul, Russia, swy79@mail.ru

Abstract. *The process of hydrothermal treatment (HT) of buckwheat, including two-stage grain moistening in a screw vacuum installation, resting after each stage of moistening and drying, has been studied. In the research, buckwheat grain of the 2021 harvest, grown in the Altai Territory, was used. The grain was husked on a laboratory huller. The first fraction of buckwheat that passed the HT was sent for husking. The husking products were sorted on a set of sieves (with a metal cloth sieve No. 08 and with holes of 1.7×20 mm), the husk was sifted on a laboratory aspirator. Based on the results of previously conducted single-factor experiments, a plan for a complete factor experiment of CFE 2³ was developed and implemented. Taking into account the fact that in earlier studies, the values of some of the main factors of the HT process under study were selected, namely: grain moisture after the first moistening of 22 ± 0.2%; the duration of resting after the first moistening of 4 hours; residual air pressure in the installation during the first and second moistening of 0.05 MPa; duration of resting after the second moistening is 4 h, the remaining factors were selected as variable factors: grain moisture after the second moistening and drying process parameters - drying agent temperature and grain moisture after drying.*

After the implementation of the complete factor experiment and the processing of experimental data, regression equations has been drawn up that adequately describe the buckwheat HT process for the kernel integrity and grain husking coefficients considered as the process yield. Based on the regression equation for the kernel integrity coefficient, an optimization program using the Box-Wilson procedure has been drawn up and implemented.

Taking into account the implementation of one-factor and multifactor experiments, the following optimal conditions of buckwheat HT with double moistening, resting and grain drying were obtained: grain humidity after the second moistening - 30±0,5 %; residual air pressure in the screw vacuum unit - 0.05 MPa; grain humidity after drying - 13.5-14.0%, drying agent temperature - 165-170 °C.

Keywords: *grain, buckwheat, hydrothermal treatment, moistening, resting, drying, screw vacuum installation, laboratory huller, coefficient kernel integrity, grain husking coefficient, complete factor experiment.*

For citation: Anisimova, L. V., Yakushev, S. V., Zemerov, A. E. (2022). Hydrothermal treatment of buckwheat with two-stage grain moistening in a screw vacuum installation. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 33-38. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.004. EDN: <https://elibrary.ru/EHGDSJ>.

ВВЕДЕНИЕ

Гречиха находит все большее применение в различных отраслях пищевой промышленности.

Россия по праву считается одним из крупнейших производителей и потребителей продуктов переработки зерна гречихи. Валовой сбор гречихи, тыс. т, в России составил: 2014 г. – 662; 2015 г. – 861; 2016 г. – 1187; 2017 г. – 1525; 2018 г. – 932; 2019 г. – 786; 2020 г. – 892; 2021 г. – 921 [1]. Наметившаяся тенденция снижения сбора гречихи в 2018–

2020 гг. преодолена в 2021 г., и есть основания полагать, что в 2022 г. гречихи будет собрано больше, чем в предыдущем году. Ключевым регионом по возделыванию гречихи в стране называют Алтайский край. Доля Алтайского края в общем валовом сборе гречихи в отдельные годы превышает 50 % [2].

Зерно гречихи содержит множество питательных веществ, основными из которых являются белки, углеводы, пищевые волокна, липиды, полифенолы, в том числе рутин, микро- и макроэлементы [3]. Основные белковые фракции зерна – водорастворимые и

солерастворимые альбумины и глобулины, составляющие почти половину всех белков гречневой крупы [4, 5]. Аминокислотный состав белков гречихи хорошо сбалансирован и имеет высокую биологическую ценность [6]. Липиды гречихи отличаются от остальных зерновых культур большим содержанием связанных липидов, фосфолипидов и токоферолов [5]. Антагонист холестерина – жироподобное вещество – лецитин, содержащийся в зерне гречихи, делает крупу и муку из нее диетическими продуктами [7]. Гречиха является важным источником микроэлементов, таких как: Zn, Cu, Mn, Se [8], и макроэлементов: K, Na, Ca, Mg [9].

Производство гречневой крупы в нашей стране осуществляют, как правило, с использованием гидротермической обработки (ГТО) зерна, так как это существенно повышает выход готовой продукции. Большинство предприятий по переработке гречихи ведут производственный процесс, используя пропаривание и сушку зерна, что связано с высокими энергозатратами. С учетом возрастающего спроса на гречневую муку встает вопрос о поиске альтернативы данному способу ГТО ввиду того, что мука, производимая из пропаренной крупы, имеет темный цвет и ярко выраженный аромат, что, в свою очередь, передается продуктам, полученным на её основе [10].

Одной из изучаемых в АлтГТУ альтернатив является способ ГТО гречихи при производстве крупы, включающий увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке, отволаживание и сушку. Мука, полученная из такой крупы, имеет более светлый цвет и менее выраженный аромат, что положительно сказывается на продуктах, в рецептуре которых она использована. В исследованиях [11] рекомендовано увлажнять зерно гречихи до влажности не менее 28 %. Однако указанную степень увлажнения зерна при однократном пропуске гречихи через вакуумную установку получить достаточно сложно. Было сделано предположение о возможности двухэтапного увлажнения зерна гречихи. Проведенные исследования [12] показали, что двукратное увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке позволяет стабильно доводить влажность зерна гречихи до требуемого уровня.

Целью данной работы явился поиск оптимальных режимов способа гидротермической обработки зерна с двукратным увлажнением гречихи в шнековой вакуумной установке, отволаживанием и сушкой.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ

В исследованиях использовали зерно гречихи урожая 2021 г., выращенное в Алтайском крае, влажностью 12,2 %, массой 1000 зерен 27,8 г, пленчатостью 22,5 %.

Гидротермическая обработка включала в себя двукратное увлажнение зерна в шнековой вакуумной установке [13] с отволаживанием после каждого этапа увлажнения и сушку в лабораторной сушилке конвективного типа.

Шелушили гречиху в лабораторном вальцедековом станке. На шелушение направляли I фракцию зерна, прошедшего ГТО. Продукты шелушения сортировали на наборе сит (проход через металлочанное сито № 08 – мучка, проход через сито с отверстиями 1,7×20 мм – дробленое ядро, сход с сита 1,7×20 мм – шелушеное ядро и нешелушенные зерна). Лузгу отвеивали на лабораторном аспираторе. Эффективность шелушения оценивали двумя показателями: коэффициентом шелушения и коэффициентом цельности ядра.

При определении качества зерна использовали действующую нормативную документацию.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На результат процесса гидротермической обработки гречихи при двукратном увлажнении в шнековой вакуумной установке и отволаживании зерна и последующей его сушке влияют следующие основные факторы:

- влажность зерна после первого увлажнения в шнековой вакуумной установке $W_{з1}$, %;
- остаточное давление воздуха в установке при первом увлажнении p_1 , МПа;
- длительность отволаживания зерна после первого увлажнения $t_{отв1}$, ч;
- влажность зерна после второго увлажнения в шнековой вакуумной установке $W_{з2}$, %;
- остаточное давление воздуха в установке при втором увлажнении p_2 , МПа;
- длительность отволаживания зерна после второго увлажнения $t_{отв2}$, ч;
- температура агента сушки $t_{ас}$, °С;
- влажность зерна после сушки $W_{зс}$, %.

Влажность зерна после первого увлажнения в шнековой вакуумной установке, длительность отволаживания зерна после первого увлажнения, длительность отволаживания зерна после второго увлажнения, остаточное давление воздуха в установке при первом и втором увлажнении получены в предшествующей работе [12] и составили:

$W_{з1} = 22 \pm 0,2 \%$; $T_{отв1} = 4$ ч; $p_1 = 0,05$ МПа; $T_{отв2} = 4$ ч; $p_2 = 0,05$ МПа.

Влажность зерна после второго увлажнения в шнековой вакуумной установке, температуру агента сушки и влажность зерна после сушки предварительно определили в однофакторных экспериментах, исследуя влияние перечисленных факторов на коэффициенты цельности ядра и шелушения зерна.

По результатам этих экспериментов рекомендовали увлажнять зерно на втором этапе до влажности 30–31 %, сушить зерно в процессе ГТО при температуре агента сушки 160 °С до влажности 14,5 %.

Для проведения опытов с получением наиболее точных экспериментальных данных при минимальном количестве опытов требуется процедура выбора их числа и условий проведения, необходимых также для нахождения оптимальных параметров исследуемого процесса. Нами использован полный факторный эксперимент 2^k (ПФЭ 2^k). Так как рассматривали влияние трех факторов (влажности зерна после увлажнения на 2-ом этапе, температуры агента сушки и влажности зерна после сушки) на выход процесса, приняли значение $k = 3$. Выход процесса оценивали коэффициентом цельности ядра (y_1) и коэффициентом шелушения зерна (y_2).

Уровни изменения факторов назначили с учетом результатов, полученных в однофакторных экспериментах (таблица 1).

Далее была разработана и реализована программа полного факторного эксперимента ПФЭ 2^3 . Опыты проводили в двух повторностях. По полученным результатам рассчитали коэффициенты в уравнениях регрессии.

Таблица 2 – Уравнения регрессии

Table 2 - Regression Equations

| Выход процесса | Уравнение регрессии |
|--------------------------------|--|
| Коэффициент цельности ядра | $y_1 = 0,84 + 0,04 \cdot x_1 + 0,02 \cdot x_2 + 0,05 \cdot x_3 - 0,01 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,01 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,01 \cdot x_1 \cdot x_3$ |
| Коэффициент шелушения зерна, % | $y_2 = 61,69 - 3,53 \cdot x_1 + 2,39 \cdot x_2 - 2,59 \cdot x_3 - 2,50 \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,11 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,42 \cdot x_1 \cdot x_3 - 1,70 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$ |

Таблица 3 – Программа оптимизации и результаты ее реализации

Table 3 - Optimization program and results of its implementation

| Опыт программы оптимизации | Фактор | | | Выход процесса | |
|----------------------------|--|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | влажность зерна после 2-го увлажнения, % | температура агента сушки, °С | влажность зерна после сушки, % | коэффициент цельности ядра, % | коэффициент шелушения, % |
| 0 | 28,0 | 160 | 12,0 | 0,85 | 0,70 |
| I | 29,4 | 165 | 13,3 | 0,87 | 0,74 |
| II | 31,8 | 170 | 15,4 | 0,92 | 0,72 |

Таблица 1 – Уровни изменения факторов

Table 1 - Levels of change in factors

| Фактор | Переменная | Уровень фактора | | | Шаг |
|--|------------|-----------------|-------|---------|-----|
| | | нижний | центр | верхний | |
| Влажность зерна после 2-го увлажнения, % | x_1 | 24 | 28 | 32 | 4 |
| Температура агента сушки, °С | x_2 | 130 | 160 | 190 | 30 |
| Влажность зерна после сушки, % | x_3 | 9 | 12 | 15 | 3 |

После статистического анализа значимости коэффициентов уравнений с использованием критерия Стьюдента и проверки адекватности уравнений экспериментальным данным по критерию Фишера получили уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс ГТО зерна гречихи (таблица 2).

Полученные уравнения регрессии использовали для разработки программы оптимизации.

Программу оптимизации с учетом межфакторных взаимодействий (процедура Бокса-Уилсона) составили на основе уравнения регрессии для коэффициента цельности ядра. Программа оптимизации и результаты ее реализации приведены в таблице 3.

ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ГРЕЧИХИ С ДВУХЭТАПНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ ЗЕРНА В ШНЕКОВОЙ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКЕ

По результатам реализации программы оптимизации лучшими условиями считаем следующие: влажность зерна после второго увлажнения – 29,5–30,0 %; температура агента сушки – 165–170 °С, влажность зерна после сушки – 13,5–14,0 %. Несмотря на то, что коэффициент цельности ядра в опыте II выше, чем в опыте I, влажность зерна после сушки в опыте II составляет 15,4 %, что в процессе производства может привести к получению муки нестандартного качества. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях рекомендуют сушить зерно гречихи при ГТО до влажности не выше 13,5 % [14].

ВЫВОДЫ

Окончательно, с учетом реализации однофакторных и многофакторного экспериментов получили следующие оптимальные условия ГТО гречихи с двукратным увлажнением, отволаживанием и сушкой зерна:

- влажность зерна после второго увлажнения – $30 \pm 0,5$ %;
- температура агента сушки – 165–170 °С;
- влажность зерна после сушки – 13,5–14,0 %.

При этом влажность зерна после первого увлажнения составила $22 \pm 0,2$ %, остаточное давление воздуха в установке при обоих этапах увлажнения – 0,05 МПа, длительность отволаживания после обоих этапов увлажнения – 4 ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рынок круп (рис, гречка, геркулес, пшено) в России: итоги 2021 года. – Режим доступа: <https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/gynok-krup>.
2. Рынок гречихи и гречневой крупы - тенденции и прогнозы. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/rynok-grechih-i-grechnevoy-kрупы---tendencii-i-prognozy>.
3. Christa, K. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review / K. Christa., M. Soral-Šmietana // Czech J. Food Sci. – 2008. – Vol. 26 (3). – P. 153–162.
4. Анисимова, Л.В. Влияние гидротермической обработки зерна на белковый комплекс крупяных продуктов / Л.В. Анисимова // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 158–162.
5. Залеская, Е.В. Влияние гидротермической обработки на технологические свойства зерна гречихи, белковый и липидный компоненты крупы: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02 / Залеская Елена Вадимовна. – Москва, 1976. – 22 с.

6. Kato, N. Nutritional and physiological functions of buckwheat protein / N. Kato, J. Kayashita, H. Tomotake // Recent Research Development Nutrition. – 2001. – 4. – P. 113–119.

7. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 512 с.

8. Stibilj, V. Enhanced selenium content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by foliar fertilization / V. Stibilj, I. Kreft, P. Smrkolj, J. Osvald // European Food Research and Technology. – 2004. – 219. – P. 142–144.

9. Wei, Y. Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions / Y. Wei, X. Hu, G. Zhang, S. Ouyang // Nahrung. – 2003. – 47(2). – P. 114–116.

10. Анисимова, Л.В. Влияние гидротермической обработки зерна гречихи на зольность и беллизну крупы и муки / Л.В. Анисимова, С.В. Якушев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – № 4. – С. 33–35.

11. Малютин, А.В. Влияние гидротермической обработки гречихи с интенсивным увлажнением зерна на эффективность его шелушения / А.В. Малютин, А.Ю. Бавыкин, С.В. Якушев, Л.В. Анисимова // Горизонты образования. – 2018. – № 20. – С. 4–22.

12. Бавыкин, А.Е. Исследование гидротермической обработки гречихи с двухэтапным увлажнением зерна под вакуумом / А.Е. Бавыкин, С.В. Якушев, Л.В. Анисимова // В сборнике: Наука и молодежь. Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Министерство науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 2019. – С. 321–324.

13. Патент 2527294 С2 Российская Федерация, МПК В02В 1/04. Устройство для интенсивного увлажнения зерна : № 2012154778/13 : заявл. 17.12.2012 : опубл. 27.06.2014 / Анисимова Л.В., Якушев С.В., Выборнов А.А. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 6 с.

14. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. Часть 1. – Москва : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. – 81 с.

Информация об авторах

Л. В. Анисимова – к.т.н., доцент, доцент кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

С. В. Якушев – директор ООО Агро-ПроектСтрой.

А. Е. Земеров – магистрант кафедры ТХПЗ ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.

REFERENCES

1. The market of cereals (rice, buckwheat, hercules, millet) in Russia: results of 2021. (2021). Retrieved from <https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/rynok-krup>. (In Russ.).
2. Buckwheat and buckwheat groats market - trends and forecasts. Retrieved from <https://ab-centre.ru/news/rynok-grechih-i-grechnevoy-krupy-tendencii-i-prognozy>. (In Russ.).
3. Christa, K. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech J. Food Sci.* 26 (3). 153-162.
4. Anisimova, L.V. (2012). Influence of hydrothermal processing of grain on the protein complex of grain products. *Polzunovskiy vestnik.* 2(2). 158-162. (In Russ.).
5. Zaleskaya, E.V. (1976). Influence of hydrothermal processing on the technological properties of grain, protein and lipid components of cereals. *Extended abstract of Candidates thesis.* Moscow. (In Russ.).
6. Kato, N., Kayashita, J & Tomotake, H. (2001). Nutritional and physiological functions of buckwheat protein. *Recent Research Development Nutrition.* 4, 113-119.
7. Kazakov, E.D. & Karpilenko, G.P. (2005). *Biochemistry of grain and grain products.* St. Petersburg: GIOR, 512 p. (In Russ.).
8. Stibilj, V., Kreft, I., Smrkolj, P. & Osvald, J. (2004). Enhanced selenium content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by foliar fertilization. *European Food Research and Technology.* 219. 142-144.
9. Wei, Y., Hu, X., Zhang, G. & Ouyang, S. (2003). Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions. *Nahrung.* 47(2). 114-116.
10. Anisimova, L.V., Yakushev S.V. (2004). The influence of hydrothermal processing of buckwheat grain

on the ash content and whiteness of cereals and flour. *Izvestia of higher educational institutions. Food technology.* 4. 33-35. (In Russ.).

11. Malyutin, A.V., Bavykin, A.Y., S.V., Yakushev & L.V., Anisimova (2018). The influence of hydrothermal treatment of buckwheat with intensive moistening of grain on the effectiveness of its peeling. *Horizons of education.* 20. 4-22. (In Russ.).

12. Bavykin, A.E., Yakushev, S.V. & Anisimova, L.V. (2019). Investigation of hydrothermal processing of buckwheat with two-stage grain cooling under vacuum. In the collection: Science and Youth. Materials of the XVI All-Russian Scientific and Technical Conference of students, postgraduates and young scientists. Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Polzunov Altai State Technical University. 321-324. (In Russ.).

13. Anisimova, L.V., Yakushev, S.V. & Vybornov A.A. (2012). Device for intensive moistening of grain. *Russian Federation Patent 2527294 C2*, publ. 27.06.2014. (In Russ.).

14. *Rules for the organization and management of the technological process at cereal enterprises. Part 1.* (1990). Moscow: TSNIITEI khleboproduktov. (In Russ.).

Information about the authors

L. V. Anisimova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of TKHPZ of Polzunov Altai State Technical University.

S. V. Yakushev - Director of Agro-Projectstroy LLC.

A. E. Zemerov - Master's student of the Department of TKHPZ of Polzunov Altai State Technical University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов плодовоовощной продукции и виноградарства
УДК 664.788 / 664.668.9

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005

 EDN: SLELWC

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

Роман Хажсетович Кандроков¹, Маргарита Эдуардовна Маар²,
Сергей Николаевич Ахтанин³

^{1, 2, 3} Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия

¹ nart132007@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2003-2918

² maar.2000@mail.ru

³ ahtanin.serega@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований процесса формирования потоков сортовой хлебопекарной тритикалевой муки с учетом кумулятивных кривых зольности. Тритикале – новый вид хлебных злаков, обладающий высокими питательными свойствами. Химический состав и биохимические свойства зерна тритикале типичные для злаковых культур. В нём высокое содержание углеводов и белка, варьирующееся в широком диапазоне в зависимости от условий произрастания. Содержание белка в зерне тритикале превышает в среднем на 2 % содержание белка в пшенице и на 4 % содержание белка во ржи и находится на уровне 12 %. По фракционному составу белки тритикале в основном занимают промежуточное положение между белками зерна ржи и пшеницы. По содержанию белка оно превосходит не только зерно ржи, но и зерно мягкой пшеницы. В исследованиях, проведенных на кафедре «Зерно, хлебопекарные и кондитерские технологии» ФГБОУ ВО «МГУПП», были использованы образцы зерна тритикале сортов «Донслав», «Сколот», «Топаз», «Зимогор», «Трибун» и «Вокализ» как одних из перспективных и мало изученных сортов. Установлено наличие 2 или 3 этапов формирования тритикалевой муки, что достаточно четко видно из графиков кумулятивных кривых. Кроме того, статистический анализ показал достоверность представления кумулятивной кривой в виде двух или трех линейных этапов, которая составила от 92 % до 98 %. На основе анализа кумулятивных кривых зольности установлено, что сорта зерна тритикале «Донслав», «Топаз» и «Трибун» обладают отличными мукомольными свойствами, сорт тритикале «Сколот» обладает хорошими мукомольными свойствами, а сорта зерна тритикале «Корнет» и «Вокализ» обладают удовлетворительными мукомольными свойствами.

Ключевые слова: тритикале, помол, мука, выход, зольность, белизна, кумулятивные кривые зольности.

Для цитирования: Кандроков Р.Х., Маар М.Э., Ахтанин С.Н. Формирование потоков сортовой хлебопекарной тритикалевой муки с учетом кумулятивных кривых зольности // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 39–47. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005. EDN: <https://elibrary.ru/SLELWC>.

Original article

FORMATION OF FLOWS OF VARIETAL BAKING TRITICALE FLOUR, TAKING INTO ACCOUNT CUMULATIVE ASH CONTENT CURVES

Roman Kh. Kandrov ¹, Margarita E. Maar ², Sergey N. Akhtanin ³

^{1, 2, 3} Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

¹ nart132007@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2003-2918

² maar.2000@mail.ru

³ ahtanin.serega@yandex.ru

Abstract. *The results of studies of the process of formation of flows of varietal baking triticale flour are presented, taking into account the cumulative ash content curves. Triticale is a new type of cereal with high nutritional properties. The chemical composition and biochemical properties of triticale grains are typical for cereals. It has a high content of carbohydrates and protein, varying over a wide range depending on growing conditions. The protein content in triticale grain exceeds, on average, 2% protein content in wheat and 4% protein content in rye and is at the level of 12%. According to the fractional composition, triticale proteins mainly occupy an intermediate position between the proteins of rye and wheat grains. In terms of protein content, it surpasses not only rye grain, but also soft wheat grain. In the studies conducted at the Department of Grains, Baking and Confectionery Technologies of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MGUPP", samples of triticale grains of the Donslav, Skolot, Topaz, Zymogor, Tribun and Vokaliz varieties were used as one of the promising and little studied varieties. The presence of 2 or 3 stages of the formation of triticale flour was established, which is quite clearly seen from the graphs of cumulative curves. In addition, statistical analysis showed the reliability of the presentation of the cumulative curve in the form of two or three linear stages, which ranged from 92% to 98%. Based on the analysis of cumulative ash curves, it was found that the varieties of triticale grains "Donslav", "Topaz" and "Tribun" have excellent flour-grinding properties, the varieties of triticale "Skolot" have good flour-grinding properties, and the varieties of triticale grains "Kornet" and "Vokaliz" have satisfactory flour-grinding properties.*

Keywords: *triticale, grinding, flour, yield, ash content, whiteness, cumulative ash content curves*

For citation: Kandrov R. Kh., Maar M. E. & Akhtanin S. N. (2022). Formation of flows of varietal baking triticale flour, taking into account cumulative ash content curves. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 39-47. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.005. EDN: <https://elibrary.ru/SLELWC>.

ВВЕДЕНИЕ

Тритикале – новый вид хлебных злаков, обладающий высокими питательными свойствами. По содержанию белка оно превосходит не только зерно ржи, но и зерно мягкой пшеницы. Биологические особенности зерна тритикале препятствуют развитию в нём споробразующих бактерий, вызывающих картофельную болезнь хлеба. Установлено отсутствие споробразующих бактерий, являющихся возбудителями микробиологической порчи хлеба, что связано с биологическими особенностями зерна тритикале, в котором присутствует геном ржи, отличающийся устойчивостью к патогенным видам микрофлоры [1-3].

Перспективность расширения посевов зерна тритикале обусловлена его неприхотливостью в условиях нарастающей в послед-

нее время неустойчивости климатических условий: на фоне потепления климата апрельские морозы и майские заморозки до минус 10–11 °С в продолжение декады, отсутствие осадков в течение 70–90 дней. Химический состав и биохимические свойства зерна тритикале типичные для злаковых культур. В нём высокое содержание углеводов и белка, варьирующееся в широком диапазоне в зависимости от условий произрастания. Содержание белка в зерне тритикале превышает в среднем на 2 % содержание белка в пшенице и на 4 % содержание белка во ржи и находится на уровне 12 %. По фракционному составу белки тритикале в основном занимают промежуточное положение между белками зерна ржи и пшеницы. Белковый комплекс тритикале содержит 25 % альбуминов, 16% глобулинов, 19 % проламинов, 28 % глютелинов, нерастворимый остаток 11,5 % [4-8].

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

Биохимический состав тритикале характеризуется высоким содержанием углеводов (68,8 %) и белков (12,8 %), в нём содержится около 3,1 % клетчатки, 2,0 % золы и 1,5 % жиров. Эндосперм зерна тритикале содержит 27–28 % водорастворимых белков, 7–8 % солерастворимых, 25–26 % спирторастворимых; содержание незаменимых аминокислот, таких как лизин, валин, лейцин и др., выше, чем в пшенице, а важная незаменимая аминокислота лизин количественно значительно превосходит пшеницу и приближается к кукурузе. Три четверти веса зерна тритикале приходится на крахмал при низком содержании в нём амилозы (23,7 %), в отличие от крахмала пшеницы и ржи [9-14].

Данные таблицы 1 характеризуют относительное содержание незаменимых аминокислот, выраженное в процентах, к яичному белку, аминокислотный состав которого принят за 100, в соответствии с нормативами Международной организации по сельскому хозяйству и питанию ООН. Крахмал зерна тритикале идентичен крахмалу пшеницы и ржи, но в эндосперме зерновки тритикале откладывается преимущественно крупнозернистый крахмал, недостаток мелкозернистого крахмала в некоторых случаях провоцирует образование морщин на поверхности зерновки [16-22].

Таблица 1 – Аминокислотный состав зерна тритикале и зерна пшеницы (в % к яичному белку, по Б.М. Максимчуку)

Table 1 – Amino acid composition of triticale grains and wheat grains (in % to egg white, according to B.M. Maksimchuk)

| Аминокислота | Тритикале | Пшеница |
|--------------|-----------|---------|
| Лизин | 47 | 35 |
| Триптофан | 74 | 86 |
| Треонин | 62 | 55 |
| Валин | 66 | 71 |
| Метионин | 49 | 53 |
| Изолейцин | 59 | 63 |
| Лейцин | 79 | 74 |
| Фенилаланин | 86 | 83 |

Как видно из таблицы 1, по содержанию таких незаменимых аминокислот, как лизин, треонин, лейцин и фенилаланин, зерно тритикале превосходит зерно пшеницы.

Целью проведенных исследований является формирование потоков тритикалевой муки при сортовом хлебопекарном помоле новых сортов зерна тритикале с учетом кумулятивных кривых зольности.

МЕТОДЫ

В исследованиях, проведенных на кафедре «Зерно, хлебопекарные и кондитерские технологии» ФГБОУ ВО «МГУПП», были использованы образцы зерна тритикале сортов «Донслав», «Сколот», «Топаз», «Зимотор», «Трибун» и «Вокализ» как одних из перспективных и мало изученных сортов. Перед помолом проводили гидротермическую обработку (ГТО) исходного зерна тритикале с увлажнением до 15-16 % и отволаживанием в течение 12 часов [15]. В качестве ГТО применяли холодное кондиционирование, как

наиболее распространенный метод и наиболее дешевый.

Разработанная развитая технологическая схема помола зерна тритикале состояла из 4 драных, 2 шлифовочных, 3 ситовеечных и 5-6 размольных систем и вымольной системы [15]. Измельчение проводили на размоло-сортирующем аппарате РСА-5 с рифлеными вальцами с набором сит различной крупности, в т. ч. и для высеивания тритикалевой муки. Просеивание измельченного продукта проводили на лабораторном рассеве. Обогащение промежуточных продуктов размолла зерна тритикале осуществляли на лабораторной ситовеечной машине. Параметры и режимы измельчения соответствовали рекомендованным «Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах» для сортовых помоллов пшеницы по развитой технологической схеме.

Влажность потоков тритикалевой муки определяли стандартным воздушно-тепловым методом высушивания в сушиль-

ном шкафу (ГОСТ 9408-88), белизну – методом фотоэлектронного измерения отражательной способности поверхности тритикалевой муки, зольность – сжиганием в муфельной печи образцов тритикалевой муки и отрубей до постоянного несгораемого остатка. Анализы показателей качества потоков тритикалевой муки и отрубей проводили в двух повторностях с представлением среднearифметических результатов. Расхождения между двумя параллельными определениями не превышали 2 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе исследований провели лабораторные помолы исследуемых сортов зерна тритикале с выделением отдельных

потоков со всех технологических систем, в т. ч. от одиннадцати до тринадцати потоков тритикалевой муки и двух потоков тритикалевых отрубей.

На втором этапе исследований построили кумулятивные кривые зольности потоков тритикалевой муки для определения формирования потоков и сортов хлебопекарной сортовой тритикалевой муки. В результате проведенных исследований установлено наличие 2 или 3 этапов формирования тритикалевой муки, что достаточно четко видно из графиков кумулятивных кривых (рис. 1-6). Кроме того, статистический анализ показал достоверность представления кумулятивной кривой в виде двух- или трехлинейных этапов, которая составила от 92 % до 98 %.

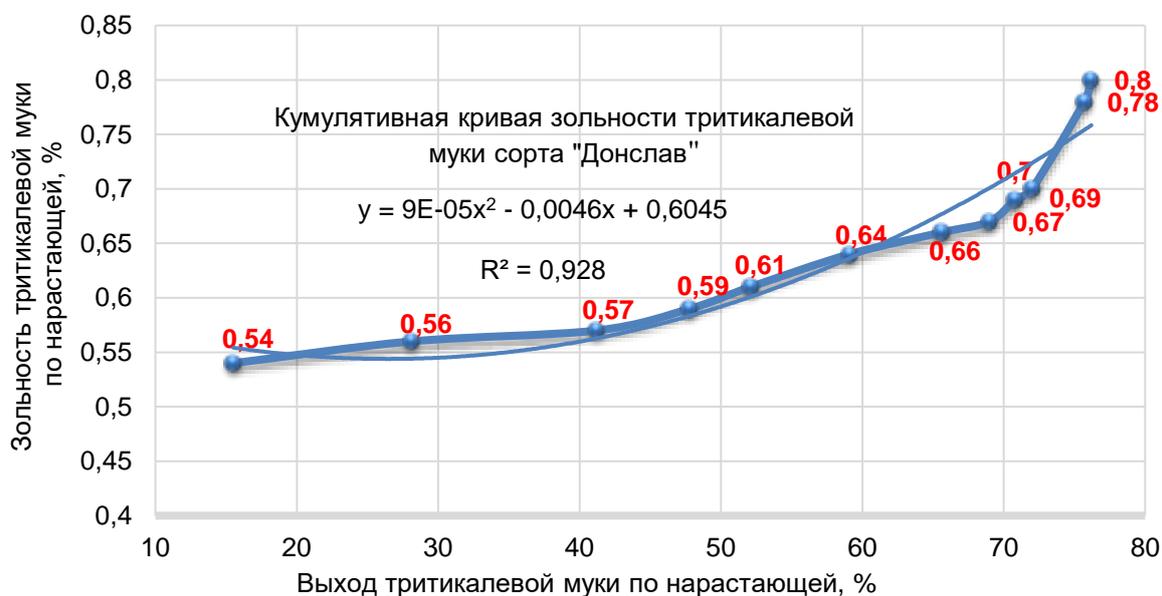


Рисунок 1 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Донслав»

Figure 1 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the "Donslav" variety

Как видно из рисунка 1, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта Донслав состоит из 2 явно выраженных линейных этапов формирования потоков трити-

калевой муки. Выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составил 52 %, что свидетельствует об отличных мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

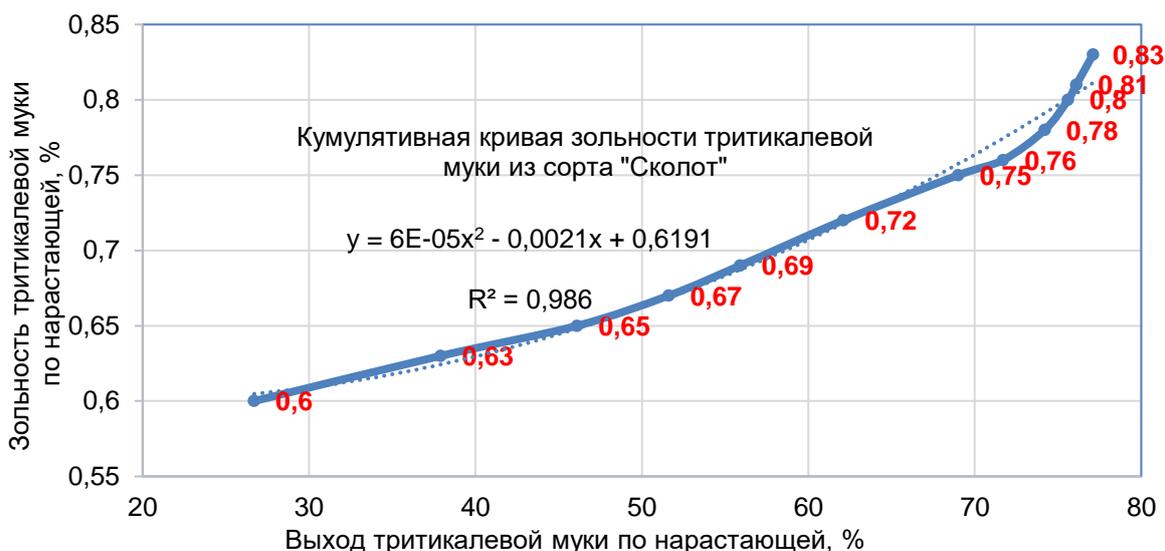


Рисунок 2 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Сколот»

Figure 2 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the "Skolot" variety

Как видно из рисунка 2, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Сколот» состоит из 2 явно выраженных линейных этапов формирования потоков трити-

калевой муки. Выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составил 26 %, что свидетельствует о хороших мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

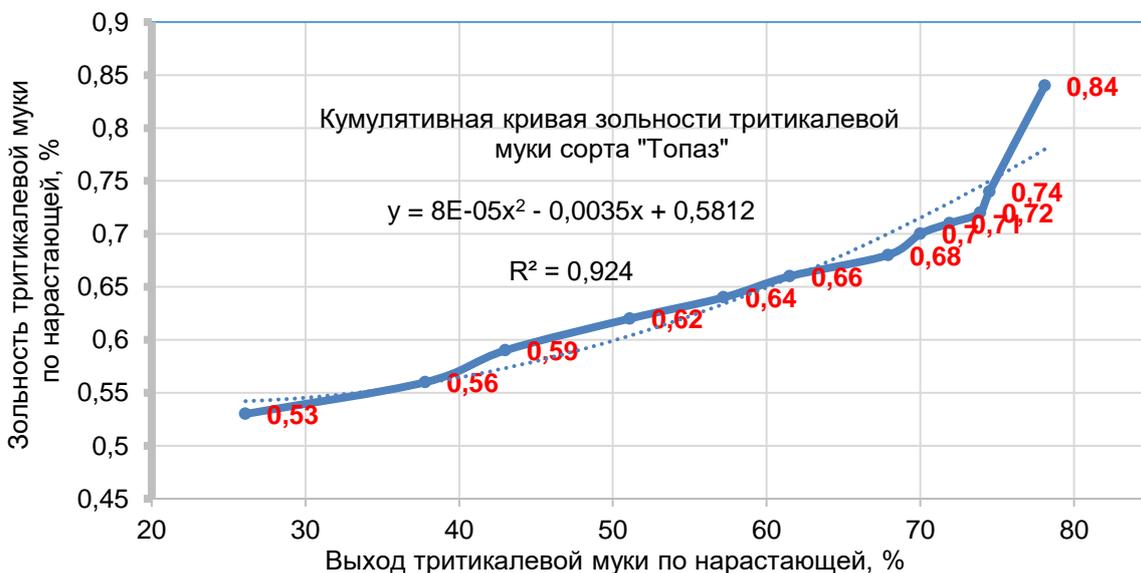


Рисунок 3 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта Топаз

Figure 3 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the Topaz variety

Как видно из рисунка 3, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Топаз» состоит из 2 явно выраженных линейных этапов формирования потоков трити-

калевой муки. Выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составил 46 %, что свидетельствует об отличных мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

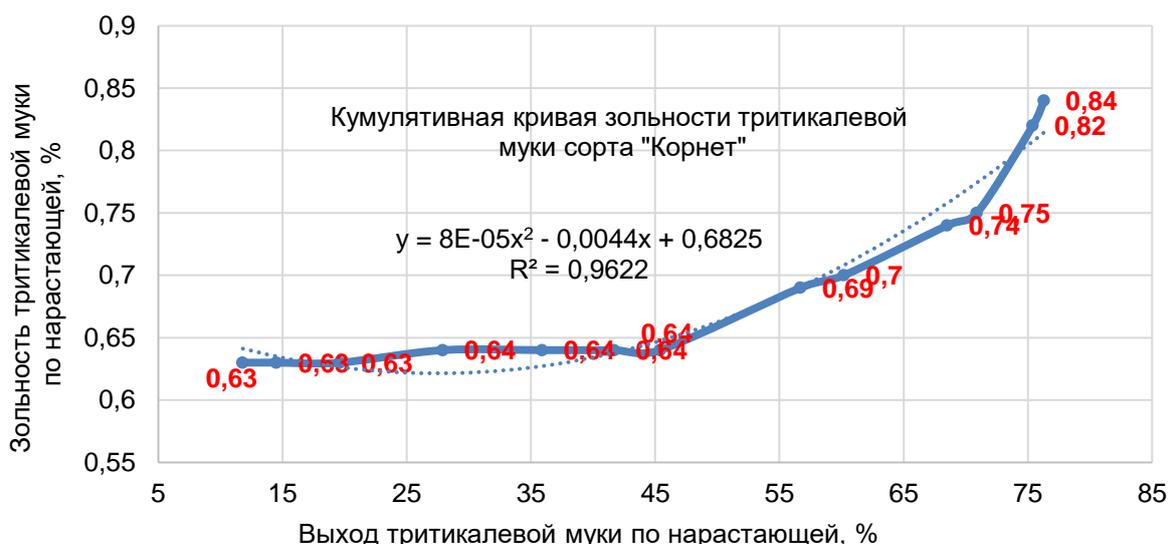


Рисунок 4 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Корнет»

Figure 4 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the Kornet variety

Как видно из рисунка 4, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Корнет» состоит из 3 явно выраженных линейных этапов формирования потоков тритикалевой муки. Из представленного сорта зер-

на не удалось получить ни одного процента тритикалевой муки сорта Т-60, что свидетельствует об удовлетворительных мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

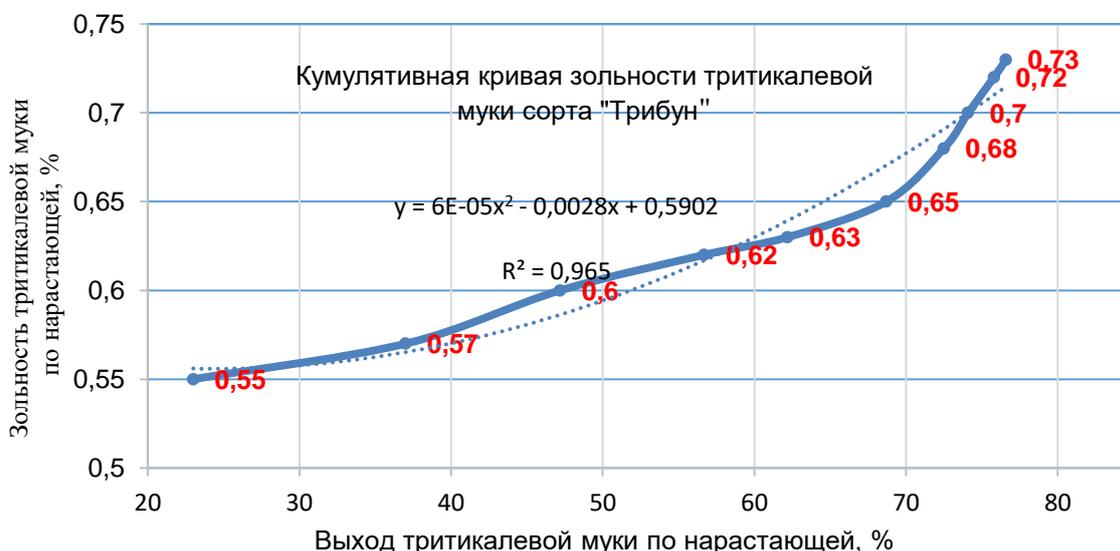


Рисунок 5 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Трибун»

Figure 5 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the "Tribun" variety

Как видно из рисунка 5, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Трибун» состоит из 2 явно выраженных линейных этапов формирования потоков трити-

калевой муки. Выход тритикалевой муки высшего сорта Т-60 составил 52 %, что свидетельствует об отличных мукомольных свойствах исходного сорта зерна тритикале.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

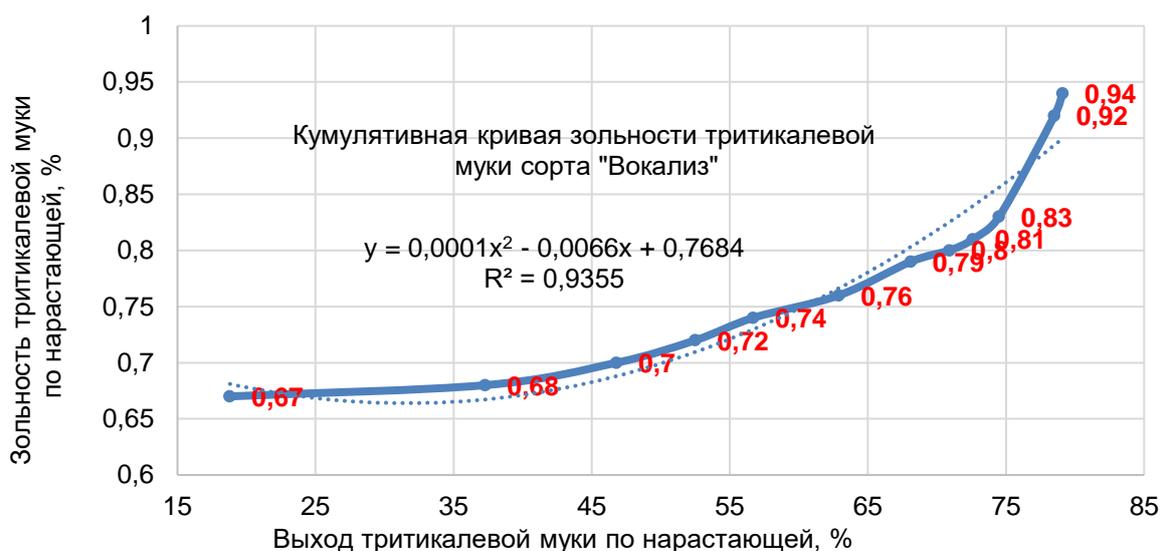


Рисунок 6 – Зависимость зольности от выхода тритикалевой муки сорта «Вокализ»

Figure 6 – Dependence of ash content on the yield of triticale flour of the «Vocaliz» variety

Как видно из рисунка 6, кумулятивная кривая зольности тритикалевой муки сорта «Вокализ» состоит из 3 явно выраженных линейных этапов формирования потоков тритикалевой муки. Первый этап представляет собой потоки тритикалевой муки с выходом 57-58 % с зольностью 0,74 %, второй этап представляет собой потоки тритикалевой муки с выходом 18-19 % и зольностью 0,80 % и третий, заключительный, этап – это потоки тритикалевой муки с выходом 8-9 % и зольностью 0,94 %. Из исследуемого сорта зерна тритикале не удалось получить ни одного процента тритикалевой муки сорта Т-60, что свидетельствует об удовлетворительных мукомольных свойствах сорта зерна тритикале «Вокализ».

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, построенные кумулятивные кривые зольности тритикалевой муки из образцов зерна тритикале сортов «Донслав», «Сколот», «Топаз», «Зимогор», «Трибун» и «Вокализ» показывают наличие 2 или 3 этапов формирования потоков и сортов. Этап 1 (поток А) включает в себя извлечение центральной части эндосперма с выходом муки около 40-45 % и зольностью 0,63-0,65 % и представляет собой потоки тритикалевой муки с 1-й, 2-й и 3-й размольных систем и потоки 1-й и 2-й шлифовочных систем. Второй этап (поток Б) состоит из 5-7 технологических систем и характеризовался выходом 25-26 % и зольностью 0,91-0,95 %. И третий, заключительный, этап (поток В) представляет собой вымол оболочек с выходом муки 5-7% и зольностью 2,05-2,10 % с включением 6-й

размольной системы и вымольной системы. После получения всех потоков муки и определения ее качества, мука каждого из этапов смешивалась с целью получения отдельных сортов (типов) муки. Таким образом, были сформированы 5 сортов муки, при этом тритикалевая мука Т-60 представляет собой поток А, тритикалевая мука Т-70 состоит из смеси потоков А+Б, тритикалевая мука Т-80 представляет собой смесь потоков А+Б+В, тритикалевая мука Т-120 – смесь потоков Б+В, тритикалевая мука Т-200 представляет собой поток В.

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований установлено, как происходит формирование потоков тритикалевой муки при сортовом хлебопечном помоле с учетом кумулятивных кривых зольности.

Установлено наличие 2 или 3 этапов формирования тритикалевой муки, что достаточно четко видно из графиков кумулятивных кривых. Кроме того, статистический анализ показал достоверность представления кумулятивной кривой в виде двух или трех линейных этапов, которая составила от 92 % до 98 %.

На основе анализа кумулятивных кривых зольности установлено, что сорта зерна тритикале «Донслав», «Топаз» и «Трибун» обладают отличными мукомольными свойствами, сорт зерна тритикале «Сколот» обладает хорошими мукомольными свойствами, а сорта «Корнет» и «Вокализ» обладают удовлетворительными мукомольными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биохимическая характеристика новых сортов тритикалевой муки / И.С. Витол [и др.]. // Хлебопродукты. 2016. № 2. С. 42-43.

2. Витол И.С. Мелешкина Е.П., Кандроков Р.Х. Продукты переработки зерна тритикале как объект для ферментативной модификации // Хранение и переработка сельхозсырья. 2016. № 9. С.14-16.

3. Bona L., Acs E., Lantos C., Purnhauser L., Lango B., Tomoskozi S. (2013) Human utilization of triticale: technological and features, milling and baking experiments. In: Abstracts 8th international triticale symposium. Ghent, Belgium: 46.

4. Использование тритикалевой муки в хлебопечении / Асеева Т.А. [и др.]. // Достижения науки и техники АПК. 2018. 32 (5). С. 81-88. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10521.

5. Badea A., Eudes F., Salmon D., Tuvesson S., Vrolijk A., Larsson C. T., Caig V., Huttner E., Kilian A., Laroche A. 2011. Development and assessment of DArT markers in triticale. Theor Appl Genet. 122:1547–1560.

6. Fischer S., Möhring J., Maurer H. P., Piepho H. P., Thiemt E. M., Schön C. C., Melchinger A. E., Reif J. C. (2009) Impact of genetic divergence on the ratio of variance due to specific vs. general combining ability in winter triticale. Crop Sci. 49(6):2119–2122.

7. Kalnina S., Rakcejeva T., Kunkulberga D., Galoburda R. Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. Agronomy Research. 2015. 13 (4). pp. 948-955.

8. Кандроков, Р.Х., Панкратов Г.Н. Технология переработки зерна тритикале в крупу типа «манная» // Хлебопродукты. 2017. № 1. С. 52-53.

9. Мукомольные свойства новых сортов тритикале / Р.Х. Кандроков [и др.]. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. С. 38-51. <https://doi.org/10.36107/spfr.2021.145>.

10. Alheit K. V., Mauer H. P., Reif J. C., Tucker M. R., Hahn V., Weissmann E. A., Würschum T. 2012. Genome-wide evaluation of genetic diversity and linkage disequilibrium in winter and spring triticale (×Triticosecale Wittmack). BMC Genomics 13:235.

11. Летяго Ю.В., Белкина Р. Разработка рецептур хлеба с добавлением ячменной муки и тритикале. Вестник КрасГАУ. 12(153). 2019. С. 176-182. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-176-182.

12. Максимчук Б.М., Колкунова Г.К., Мосолова Н.М. «Исследование тритикале для переработки в хлебопекарную муку» // Мукомольно-элеваторная промышленность. 1980. № 5. С. 31-35.

13. Панкратов Г.Н., Мелешкина Е.П., Кандроков Р.Х. Технологические свойства новых сортов тритикалевой муки // Хлебопродукты. 2016. № 1. С. 60-62.

14. Кандроков Р.Х., Стариченков А.А., Штейнберг Т.С. Влияние ГТО на выход и качество тритикалевой муки // Хлебопродукты. 2015. № 1. С. 64-66.

15. Панкратов, Г.Н., Кандроков Р.Х. Исследование процесса обогащения крупок при сорто-вом помоле зерна тритикале // Пищевая промышленность. 2017. № 7. С. 30-33.

16. Тритикале (технологии переработки) / Е.П. Мелешкина [и др.]. / Монография / под ред. Е.П. Мелешкиной. М.: Изд-во ФЛИНТА. 2018. 188 с. ISBN 978-5-9765-3813-9.

17. Панкратов Г.Н., Кандроков Р.Х., Щербакова Е.В. Процесс измельчения зерна тритикале // Хлебопродукты. 2016. № 10. С. 59-61.

18. Оценка свойств муки из зерна тритикале с использованием системы Миксолаб / Д.Г. Туляков [и др.]. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 1. С. 20-23.

19. Dhaliwal S.S., Ram H., Mavi G.S., Shukla A.K. Zinc biofortification of bread wheat, triticale, and durum wheat cultivars by foliar zinc fertilization. Journal of Plant Nutrition. 2019. 42 (8). pp. 813-822. DOI: 10.1080/01904167.2019.1584218.

20. Góral H. (2013) Male fertility of winter triticale depending on the cytoplasm and male parent. (In polish, english abstract). Bulletin Plant Breed Acclimat Inst. 269:15–20.

21. Kandrokov R.H., Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Vitol I.S., and Tulyakov D.G. Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour. Foods and Raw Materials. 2019. vol. 7, no. 1. pp. 107-117. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-1-107-117.

22. Meleshkina E.P., Pankratov G. N., Vitol I. S., Kandrokov R. H., and Tulyakov D. G. Innovative trends in the development of advanced Triticale grain processing technology. «Foods and Raw materials», 2017, vol. 5, no. 2, pp. 70–82.

Информация об авторах

Р. Х. Кандроков – кандидат технических наук, доцент кафедры зерна хлебопекарных и кондитерских технологий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

М. Э. Маар – магистрат кафедры зерна хлебопекарных и кондитерских технологий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

С. Н. Ахтанин – студент кафедры зерна хлебопекарных и кондитерских технологий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

REFERENCES

1. Vitol, I.S. Meleshkina, E.P., Kandrokov, R.Kh., Verezhnikova, I.A. & Karpilenko, G.P. (2016). Biochemical characteristics of new varieties of triticale flour. *Khleboprodukty*. (2). 42-43. (In Russ.).

2. Vitol, I.S., Meleshkina, E.P. & Kandrokov, R.Kh. (2016). Triticale grain processing products as an object for enzymatic modification. (9). 14-16. (In Russ.).

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ СОРТОВОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ТРИТИКАЛЕВОЙ МУКИ С УЧЕТОМ КУМУЛЯТИВНЫХ КРИВЫХ ЗОЛЬНОСТИ

3. Bona, L., Acs, E., Lantos, C., Purnhauser, L., Lango, B. & Tomoskozi, S. (2013) Human utilization of triticale: technological and features, milling and baking experiments. In: Abstracts 8th international triticale symposium. Ghent, Belgium: 46.
4. Aseeva, T.A., Zenkina, K.V., Ruban, Z.S. & Lomakina, I.V. (2018). The use of triticale flour in baking. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 32 (5). 81-88. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10521. (In Russ.).
5. Badea A., Eudes F., Salmon D., Tuvesson S., Vrolijk A., Larsson C. T., Caig V., Huttner E., Kilian A., Laroche A. 2011. Development and assessment of DArT markers in triticale. Theor Appl Genet. 122:1547-1560.
6. Fischer S., Möhring J., Maurer H. P., Piepho H. P., Thiemt E. M., Schön C. C., Melchinger A. E., Reif J. C. (2009) Impact of genetic divergence on the ratio of variance due to specific vs. general combining ability in winter triticale. crop sci. 49(6):2119–2122.
7. Kalnina S., Rakcejeva T., Kunkulberga D., Galoburda R. Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. Agronomy Research. 2015. 13(4). pp. 948-955.
8. Kandrov R.Kh., Pankratov G.N. Technology for processing triticale grain into semolina-type groats // Khleboпродукты. 2017. No. 1. S. 52-53.
9. Kandrov R.Kh., Pankratov G.N., Konorev P.M., Ryndin A.A. Flour-grinding properties of new varieties of triticale. Storage and processing of agricultural raw materials. 2021. S. 38-51. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.145>.
10. Alheit K. V., Mauer H. P., Reif J. C., Tucker M. R., Hahn V., Weissmann E. A., Würschum T. 2012. Genome-wide evaluation of genetic diversity and linkage disequilibrium in winter and spring triticale (*×* Triticosecale Wittmack). BMC Genomics 13:235.
11. Letyago Yu.V., Belkina R. Development of bread recipes with the addition of barley flour and triticale. Bulletin of KrasGAU. 12(153). 2019. S. 176-182. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-176-182.
12. Maksimchuk B.M., Kolkunova G.K., Mosolova N.M. "Research of triticale for processing into baking flour" // Flour-grinding industry. 1980. No. 5. S. 31-35.
13. Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Kandrov R.Kh. Technological properties of new varieties of triticale flour // Khleboпродукты. 2016. No. 1. S. 60-62.
14. Kandrov R.Kh., Starichenkov A.A., Steinberg T.S. Influence of TRP on the yield and quality of triticale flour // Khleboпродукты. 2015. No. 1. S. 64-66.
15. Pankratov, G.N., Kandrov R.Kh. Investigation of the enrichment process of grains during varietal grinding of triticale grain // Food industry. 2017. No. 7. S. 30-33.
16. E. P. Meleshkina, G. N. Pankratov, I. A. Pankrat'eva, L. V. Chirkova, R. Kh. Kandrov, I. S. Vitol, N. A. Igoryanova, and O. V. Polituha, Tulyakov D.G. Triticale (processing technologies). Monograph / ed. E.P. Meleshkina. Moscow: FLINT Publishing House. 2018. 188 p. ISBN 978-5-9765-3813-9.
17. Pankratov G.N., Kandrov R.Kh., Shcherbakova E.V. The process of triticale grain grinding // Khleboпродукты. 2016. No. 10. S. 59-61.
18. Tulyakov D.G., Meleshkina E.P., Vitol I.S., Pankratov G.N., Kandrov R.Kh. Evaluation of the properties of flour from triticale grain using the Mixolab system // Storage and processing of agricultural raw materials. 2017. No. 1. S. 20-23.
19. Dhaliwal S.S., Ram H., Mavi G.S., Shukla A.K. Zinc biofortification of bread wheat, triticale, and durum wheat cultivars by foliar zinc fertilization. Journal of Plant Nutrition. 2019. 42(8). pp. 813-822. DOI: 10.1080/01904167.2019.1584218.
20. Góral H. (2013) Male fertility of winter triticale depending on the cytoplasm and male parent. (In polish, english abstract). Bulletin Plant Breed Acclimat Inst. 269:15–20.
21. Kandrov R.H., Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Vitol I.S., and Tulyakov D.G. Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour. *Foods and Raw Materials*. 2019. vol. 7, no. 1. pp. 107-117. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-1-107-117.
22. Meleshkina E.P., Pankratov G. N., Vitol I. S., Kandrov R. H., and Tulyakov D. G. Innovative trends in the development of advanced Triticale grain processing technology. «Foods and Raw materials». 2017. vol. 5. no. 2. pp. 70–82.

Information about the authors

R. H. Kandrov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Baking and Confectionery Technologies, Moscow State University of Food Production.

M. E. Maar, Magistrate of the Department of Grain, Bakery and Confectionery Technologies, Moscow State University of Food Production.

S. N. Akhtanin, student of the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies, Moscow State University of Food Production.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 664.74:004.93:004

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.006

 EDN: OXQWDE

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В АНАЛИЗЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МАСЛИЧНОЙ МУКИ

Евгений Анатольевич Кладов¹, Станислав Борисович Есин²,
Елена Юрьевна Егорова³

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

¹ e-kladov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3504-3153>

² esin.s.b@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9844-4395>

³ egorovaeyu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4990-943X>

Аннотация. Компьютерная обработка изображений находит применение в различных отраслях и видах деятельности, что обусловлено универсальностью и экспрессностью таких методик. В зерноперерабатывающей отрасли компьютерный анализ изображений реализован в определении стекловидности зерна пшеницы и гранулометрического состава пшеничной муки. Масличная мука отличается сложностью просеивания, в связи с чем целью работы являлась оценка применимости компьютерной обработки изображений для анализа гранулометрического состава масличной муки. Анализ гранулометрического состава 8 видов масличной муки выполнен стандартным методом ситового анализа по ГОСТ 27560-87 и в программе «Гранулометрия», разработанной на кафедре «Технология хранения и переработки зерна» АлтГТУ. Методом ситового анализа установлено, что из изученного перечня видов масличной муки наиболее крупными частицами отличается ореховая мука. До 40 %, а для кунжутной и льняной муки – более 60 % пробы представлено частицами с размерами в пределах 400...550 мкм. Несмотря на наличие различий во фракционном составе у разных видов масличной муки, средний размер частиц муки варьирует в достаточно узких границах: от 316 до 422 мкм, при наибольшей величине среднего размера частиц у кунжутной и льняной муки. Средний диаметр частиц, рассчитанный по данным анализа в программе «Гранулометрия», также является наибольшим для муки из семян кунжута. В целом наиболее крупными размерами частиц по результатам анализа в программе «Гранулометрия» обладают пробы масличной муки, полученной без отделения семенных оболочек. Результаты исследования позволяют рассматривать программу «Гранулометрия» в качестве перспективного экспресс-метода производственного контроля размера и однородности частиц в партиях масличной муки, в том числе для принятия решения о выборе размеров сит с целью придания готовой продукции большей однородности по гранулометрическому составу.

Ключевые слова: зернопродукты, контроль качества, масличная мука, технологические свойства, гранулометрический состав, ситовый анализ, анализ изображений, программа «Гранулометрия».

Благодарности: Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки России на создание и развитие инжинирингового центра в рамках реализации федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты».

Для цитирования: Кладов Е. А., Есин С. Б., Егорова Е. Ю. Компьютерная обработка изображений и их интерпретация в анализе гранулометрического состава масличной муки // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1. С. 48 - 56. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.006. EDN: <https://elibrary.ru/OXQWDE>.

Original article

COMPUTER IMAGE PROCESSING AND THEIR INTERPRETATION IN THE ANALYSIS OF THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF OILSEED FLOUR

Evgeniy A. Kladov ¹, Stanislav B. Yesin ², Elena Yu. Egorova ³

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

¹ e-kladov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3504-3153>

² esin.s.b@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9844-4395>

³ egorovaeyu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4990-943X>

Abstract. Computer image processing is used in various industries and activities, which is due to the versatility and expressiveness of such techniques. In the grain processing industry, computer image analysis is implemented in determining the vitreousness of wheat grain and the granulometric composition of wheat flour. Oilseed flour is characterized by the complexity of sieving, and therefore the purpose of the work was to assess the applicability of co-computer image processing for the analysis of the granulometric composition of oilseed flour. The analysis of the granulometric composition of 8 types of oilseed flour was carried out by the standard method of sieve analysis and in the program "Granulometry" developed at the Department Grain Storage and Processing Technology AltSTU. By the method of sieve analysis, it was found that from the studied list of names of oilseed flour, nut flour differs in the largest particles. Up to 40%, and for sesame and flax flour – more than 60% of the sample is represented by particles with linear dimensions in the range of 400...550 microns. Despite the presence of differences in the fractional composition of different types of oilseed flour, the average size of flour particles varies within fairly narrow limits: from 316 to 422 microns, with the largest average particle size in sesame and flax flour. The average particle diameter calculated according to the analysis data in the "Granulometry" program is also the largest for sesame seed flour. In general, the largest particle sizes according to the results of the analysis in the "Granulometry" program are samples of oilseed flour obtained without separating the seed shells. The results of the study allow us to consider the "Granulometry" program as a promising express method of production control of the size and uniformity of particles in batches of oilseed flour, including for deciding on the choice of sieve sizes in order to give the finished product greater uniformity in granulometric composition.

Keywords: grain processing products, quality control, oilseed flour, technological properties, granulometric composition, sieve analysis, image analysis, program «Granulometry».

Acknowledgements: The research was carried out with the support of a grant from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation for the creation and development of an engineering center within the framework of the federal project "Development of infrastructure for Research and Training" of the national project "Science and Universities".

For citation: Kladov, E. A., Yesin, S. B. & Egorova, E. Yu. (2022). Computer image processing and their interpretation in the analysis of the granulometric composition of oilseed flour. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1). 48-56. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.006. EDN: <https://elibrary.ru/OXQWDE>.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ изображений объектов с помощью компьютерных программ, основанный на оценивании и сопоставлении их линейных размеров, площадей, плотности и яркости цветового тона, относительных значений этих величин, находит в настоящее время применение в самых разных отраслях и видах деятельности: в горнодобывающей отрасли [1] и металлургии – для анализа измельченных объектов, анализа микроструктур и внутрен-

них полостей деталей, количественного анализа распределения графита, выявления скрытых дефектов [2, 3], в электронике – для неразрушающего контроля качества сверхпроводников [4], в медицине и криминалистике (для идентификации отпечатков пальцев, распознавания лиц), в сельском хозяйстве – для исследования матричальной разнокачественности семян и идентификации сортовой принадлежности плодов посредством компьютерного анализа их сканированных изображений [5, 6], в почвоведении [7], геодезии и

картографии, и в других сферах деятельности. Для анализа распределения частиц жидких дисперсных сред, имеющих размеры 0,1–100 мкм, также активно используются оптические системы, сущность которых сводится в фотографировании исследуемых образцов и последующей обработке полученных снимков [8].

Универсальность, экспрессность и относительно низкие затраты на внедрение подобных методик, отсутствие потребности в дополнительном и/или специализированном лабораторном оборудовании и инструментарию стимулируют разработку новых методик и программ, основанных на компьютерном анализе изображений и ориентированных на новые прикладные задачи. Вместе с тем, ориентация преобладающего большинства подобных новых разработок направлена на решение задач, не связанных с пищевой и перерабатывающей промышленностью.

Использование специализированных аппаратно-программных комплексов анализа изображений, применимых в области контроля качества зерна и зернопродуктов, сложно назвать развитым. В частности, к настоящему времени разработана методика анализа стекловидности зерна пшеницы, основанная на компьютерном распознавании мучнистых и стекловидных областей среза, осуществляемая в автоматическом режиме [9]. Многие годы продолжаются разработки в направлении повышения качества результатов исследования гранулометрического состава зернопродуктов [10, 11], к настоящему времени так и не получившие реализации в условиях промышленного производства.

В отличие от муки из злаковых культур, мука из семян масличных имеет еще более непостоянный гранулометрический состав. Для разных видов масличной муки, вырабатываемой даже в условиях одного производства, разбег значений по дисперсности частиц может существенно различаться. Стандартные методы определения крупности помола муки методом ситового анализа позволяют определить только проход через сито или набор сит с фиксированным размером отверстий [11], что не дает представления о возможных различиях в структурных особенностях и, соответственно, технологических свойствах муки. Ситовой анализ дисперсности частиц осложняется тем, что масличная мука сохраняет до 15–21 % жира, забивая металлические и капроновые сита. С этим связано то, что средний размер и пределы размеров частиц масличной муки предприятиями-производителями не стандартизируют-

ся. Вместе с тем, в большинстве случаев размер частиц является одной из важнейших технологических характеристик муки и одним из факторов, определяющих характер коллоидных и биохимических процессов созревания теста, потребительские качества готовой продукции [12–15].

Анализ научных публикаций и патентной информации показал отсутствие данных о гранулометрическом составе как масличной муки в целом, так и отдельных её видов. Нет и информации о применении компьютерных методов анализа гранулометрического состава масличной муки. Это определило цель работы – оценить применимость компьютерной обработки изображений для анализа гранулометрического состава масличной муки.

Материалы и методы

Объектами исследований в работе выступали восемь видов полуобезжиренной масличной муки, произведенной в условиях промышленных предприятий Алтайского края: ореховая мука (мука из ядра грецких орехов, мука из ядра кедровых орехов), мука из семян расторопши, тыквы, кунжута, амаранта, льна и черного тмина.

Подготовка образцов масличной муки к гранулометрическому анализу заключалась в предварительном просеивании образцов массой 200 ± 5 г через сито с диаметром отверстий 2 мм и доведении их до одинаковой остаточной влажности $6 \pm 0,2$ % в условиях конвективной сушки при температуре 30 ± 2 °С.

Анализ гранулометрического состава масличной муки выполнен двумя методами:

- стандартным методом ситового анализа по ГОСТ 27560-87 «Мука и отруби. Метод определения крупности», в 4-кратной повторности, с обработкой результатов в программном приложении Microsoft Office Excel;

- в программе «Гранулометрия», разработанной на кафедре «Технология хранения и переработки зерна» АлтГТУ и являющейся Windows-совместимым приложением, предназначенным для контроля размеров твердых частиц зернопродуктов.

Для анализа взаимосвязи качества просеивания с особенностями химического состава масличной муки в пробах определяли влажность и массовую долю жира. Влажность определяли по ГОСТ Р 54705-2011, высушиванием проб до постоянной массы при температуре 103 ± 2 °С, с последующим расчётом значения показателя в %. Массовую долю сырого жира устанавливали по ГОСТ 13979.2-94, методом исчерпывающей экстракции липид-

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ
В АНАЛИЗЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МАСЛИЧНОЙ МУКИ**

ной фракции гексаном, с пересчётом доли экстрагированного жира в % от сухого вещества муки.

Результаты и их обсуждение

Согласно данным ситового анализа, наиболее жирная мука – из ядра кедровых орехов (таблица 1) – содержит более крупные частицы или включения их агломератов, доля частиц такого размера приближается к 12 %. В муке из семян черного тмина, муке из семян расторопши и муке из ядра грецких орехов, несмотря на достаточно высокое содержание жира, слипанию и образованию агломератов препятствует наличие частиц семен-

ных оболочек или околоядровой пленки, поскольку такие наименования масла получают без их отделения. И именно наличие семенных оболочек обуславливает наличие 2,2–3,5 % наиболее крупных частиц в составе проб муки из семян кунжута, расторопши и черного тмина (таблица 2).

В отношении муки хлебопекарного, кондитерского и макаронного назначения существуют четкие рекомендации по крупности формирующих её частиц. Вне зависимости от назначения наиболее высокими технологическими качествами обладает мука, однородная по гранулометрическому составу.

Таблица 1 – Результаты лабораторного анализа образцов масличной муки

Table 1 - Results of laboratory analysis of oilseed flour samples

| Наименование показателя | Значение показателя / Образец* | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Внешний вид | однородный в массе сыпучий порошок | | | | | | | |
| М.д. влаги, % (до подготовки) | 6,7±0,1 | 6,5±0,1 | 6,3±0,1 | 6,8±0,1 | 6,3±0,1 | 6,7±0,1 | 7,1±0,1 | 7,3±0,1 |
| М.д. сырого жира на СВ, % | 18,3±0,2 | 16,8±0,2 | 15,2±0,2 | 11,5±0,2 | 14,5±0,2 | 9,8±0,2 | 14,2±0,2 | 16,5±0,2 |

Примечание. Номер образца*: 1 – из кедровых орехов; 2 – из грецких орехов; 3 – из семян расторопши; 4 – из семян тыквы; 5 – из семян кунжута; 6 – из семян амаранта; 7 – из семян льна; 8 – из семян черного тмина.

Таблица 2 – Результаты ситового анализа гранулометрического состава масличной муки

Table 2 - The results of the sieve analysis of the granulometric composition of oilseed flour

| № сита: | Размер частиц фракции, $L_{ср,i}$, мкм | Образец* | | | | | | | |
|--|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | Доля фракции (сход сита), m_i % / Размер частиц фракции, $L_{ср,i}$, мкм | | | | | | | |
| 0,75 | – | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,63 | 697 | 11,840 | 2,341 | 2,751 | 1,400 | 2,200 | 0,600 | 0,350 | 3,503 |
| 0,56 | 595 | 9,325 | 4,262 | 2,651 | 12,450 | 4,500 | 2,232 | 3,101 | 4,805 |
| 0,43 | 495 | 23,490 | 20,160 | 20,910 | 23,552 | 31,100 | 15,810 | 38,619 | 30,530 |
| 0,4 | 415 | 24,400 | 13,457 | 22,461 | 15,752 | 35,200 | 29,970 | 25,463 | 23,123 |
| 0,3 | 350 | 4,486 | 19,460 | 12,906 | 29,903 | 12,150 | 16,960 | 20,560 | 13,313 |
| 0,25 | 275 | 11,040 | 28,464 | 14,357 | 15,752 | 10,450 | 21,260 | 11,906 | 20,520 |
| 0,195 | 222 | 10,280 | 8,954 | 23,962 | 1,190 | 1,400 | 7,055 | 0 | 4,204 |
| 0,163 | 195 | 5,141 | 1,701 | 0 | 0 | 2,990 | 4,203 | 0 | 0 |
| 0,157 | 160 | 0 | 1,201 | 0 | 0 | 0 | 1,301 | 0 | 0 |
| Проход сита 0,157 | 78,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 |
| Сумма масс фракций, % | – | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Средний размер частиц $L_{ср,i}$, мкм | – | 413 | 350 | 316 | 414 | 420 | 350 | 422 | 403 |

Примечание. Номер образца*: 1 – из кедровых орехов; 2 – из грецких орехов; 3 – из семян расторопши; 4 – из семян тыквы; 5 – из семян кунжута; 6 – из семян амаранта; 7 – из семян льна; 8 – из семян черного тмина.

Оценка данных ситового анализа позволяет сделать вывод, что фракционный состав исследованных образцов по сходам и проходам использованного набора сит в целом сопоставим при явной неоднородности гранулометрического состава. Максимальное расхождение между средними размерами частиц разных образцов составило 98 мкм. Исключение – образец льняной муки, при анализе которого выявлена наибольшая доля частиц более крупных фракций и практически отсутствовали частицы, соответствующие проходам более мелких сит. Близки к ней образцы муки из семян расторопши, тыквы и черного тмина. До 40 %, а для кунжутной и льняной муки – более 60 % пробы представлено частицами с линейными размерами в пределах $550 > r > 400$ мкм.

Математическая обработка результатов ситового анализа показывает, что, несмотря на существенные различия в соотношении фракций разных видов масличной муки, средний расчетный размер частиц всех исследуемых проб варьирует от 316 до 422 мкм, при наибольшей величине среднего размера частиц у льняной и кунжутной муки (420–422 мкм). Вместе с тем, информация о среднем размере частиц или эквивалентном диаметре [15], получаемом при обработке результатов ситового анализа, не дает полного представления об их реальных размерах и форме, в том числе о площади частиц, контактирующей с водой при замесе теста, и о скорости набухания этих частиц. Однако та-

кую информацию позволяет получить компьютерный анализ изображений. Отмечается также, что гранулометрический анализ с применением оптико-электронных измерительных систем позволяет избежать известной погрешности ситового анализа – занижения среднего размера частиц [16].

Метод, заложенный в основу программы «Гранулометрия», заключается в построении и математической обработке столбчатых диаграмм распределения частиц по размерным характеристикам (площади или наибольшему линейному размеру). Одной из основных частей программы является графический модуль, позволяющий настроить изображение с частицами: подобрать яркость, контрастность, освещенность, что необходимо для идентификации частиц и правильного определения их размера при последующей реализации расчетов в программе [17]. Одним из вариантов настройки изображения вручную для расчета размерных характеристик частиц муки является бинаризация – перевод цветного изображения в черно-белое (рисунок 1). При бинаризации задается верхний и нижний уровень цвета, который будет преобразован в белый цвет. При этом полностью становятся видны все частицы, и их контур определяется правильно. Для сохранения черно-белых изображений не рекомендуется использовать формат JPG, так как при сжатии ухудшается качество изображения (меняется цветовая палитра и размывается контур частиц).



Рисунок 1 – Скан муки из ядра грецких орехов. Масштаб 2:1

Figure 1 - Scan of walnut kernel flour. Scale 2:1

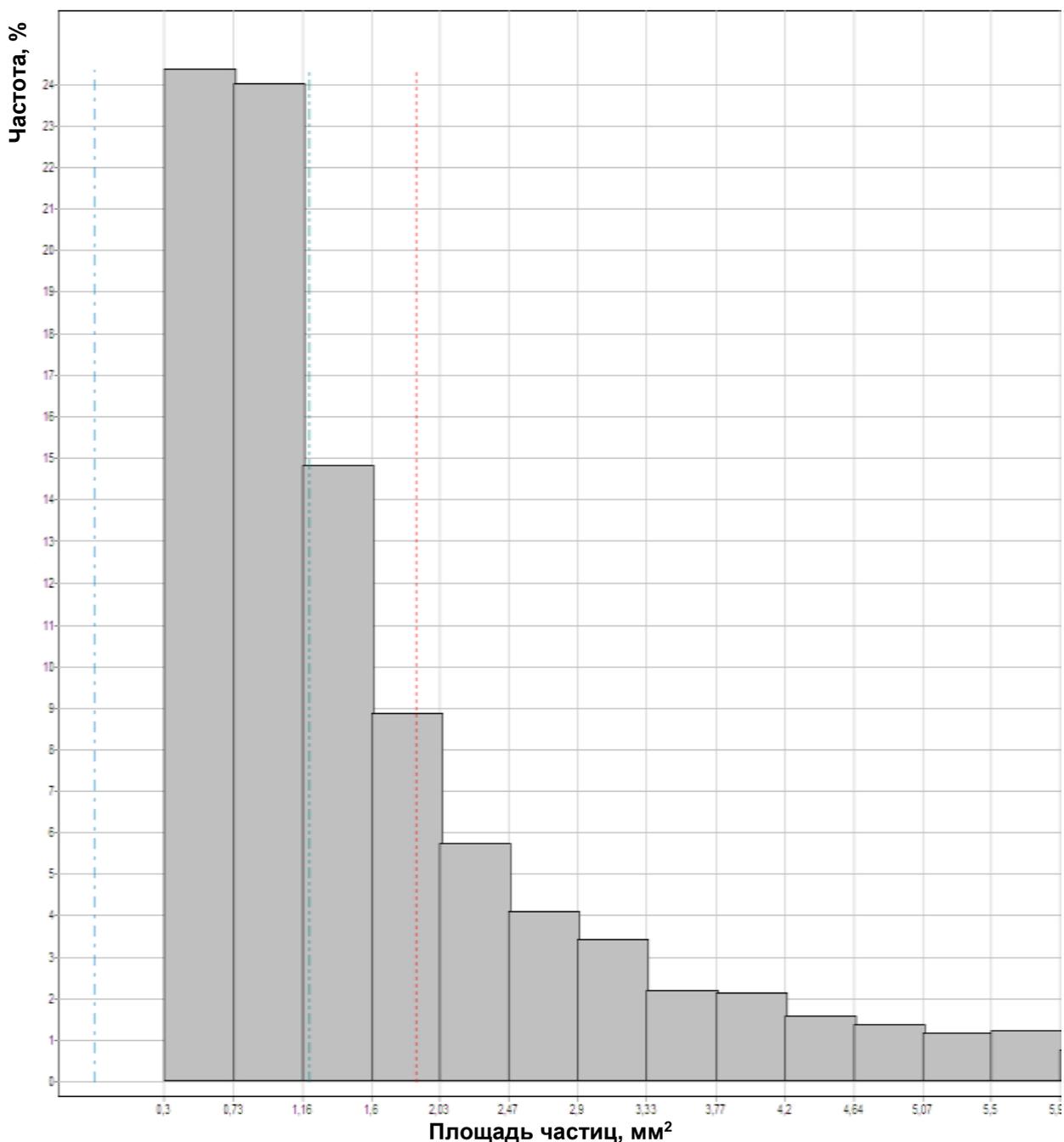


Рисунок 2 – Пример обработки пробы в программе «Гранулометрия». Распределение частиц муки из ядра грецких орехов по площади

Figure 2 - An example of sample processing in the "Granulometry" program. Distribution of walnut kernel flour particles by area

Алгоритм исследования образцов в программе можно представить как ряд последовательных этапов, включающих получение изображений путём сканирования образцов, перевод этих изображений в цветовую модель RGB или BMP, подготовку изобра-

жений к анализу (фильтрация, удаление помех), улучшение контрастности изображений путем преобразования уровней яркости исходного изображения, сегментацию изображения и, собственно, определение контуров объектов методом «жука».

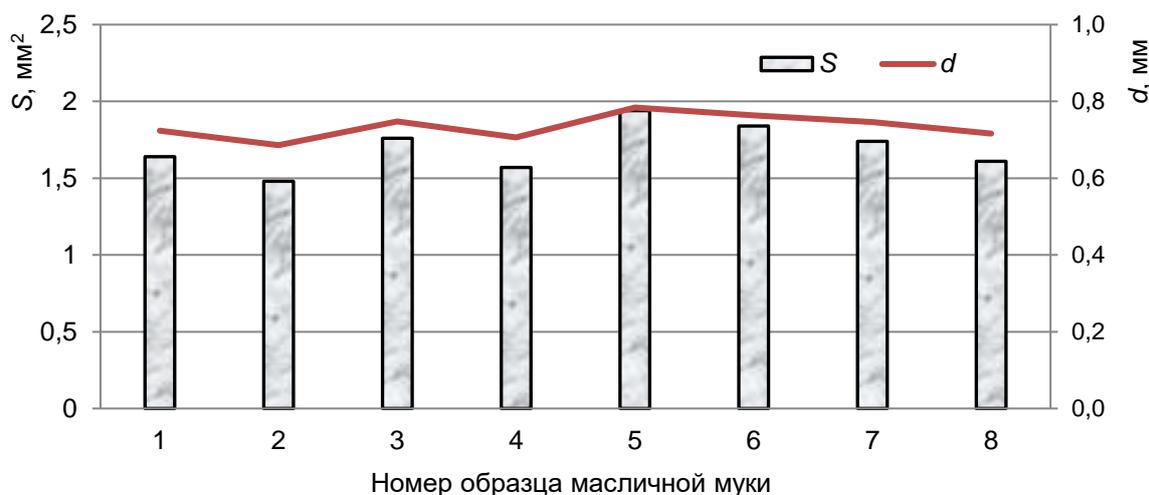


Рисунок 3 – Средний диаметр (d) и площадь (S) частиц масличной муки по данным анализа в программе «Гранулометрия»:

1 – из кедровых орехов; 2 – из грецких орехов; 3 – из семян расторопши; 4 – из семян тыквы; 5 – из семян кунжута; 6 – из семян амаранта; 7 – из семян льна; 8 – из семян черного тмина

Figure 3 - Average diameter(d)and area(S) of oilseed flour particles according to the analysis in the program "Granulometry":

1 - from pine nuts, 2 - from walnuts, 3 - from milk thistle seeds, 4 - from pumpkin seeds, 5 - from sesame seeds, 6 - from amaranth seeds, 7 - from flax seeds, 8 - from seeds black cumin

На рисунке 2 приведен пример распределения одного из образцов масличной муки по площади частиц. Данные о средних размерах частиц, полученные в программе «Гранулометрия» по результатам изучения всех проб масличной муки, приведены на рисунке 3. С учетом того, что частицы масличной муки имеют форму, которую с определенной долей условности можно считать сферической (рисунок 1), рассчитан средний диаметр частиц.

Обработка результатов анализа, полученных в программе «Гранулометрия», дает представление о более крупных размерах частиц по сравнению с результатами ситового анализа. В целом наиболее крупными размерами частиц по результатам компьютерного анализа также обладают пробы масличной муки, полученной без отделения семенных оболочек. И важно отметить, что средний диаметр частиц, рассчитанный по данным анализа в программе «Гранулометрия», также является наибольшим для муки из семян кунжута, что свидетельствует о сопоставимости полученных результатов и применимости данного метода для экспресс-контроля гранулометрического состава масличной муки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований позволяют рассматривать применение про-

граммы «Гранулометрия» в качестве перспективного экспресс-метода производственного контроля крупности и однородности частиц в партиях масличной муки, результаты которого можно использовать, в том числе для принятия решения о выборе размеров сит для придания готовой продукции большей однородности по гранулометрическому составу. Возможности программы, дающие информацию о линейных размерах, форме и площади частиц муки, легко реализуемы в условиях лабораторий теххимического контроля предприятий и позволяют осуществлять текущий экспресс-контроль гранулометрического состава неотрывно от производственного процесса, обеспечивая достаточно точное прогнозирование технологических качеств масличной муки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хурэлчулуун, И. Повышение эффективности рудоподготовки на основе применения непрерывного визиометрического анализа гранулометрического состава продуктов дробления и грохочения : дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2019. – 125 с.
2. Чичко, А.Н., Лихоузов, С.Г., Сачек, О.А., Соболев, В.Ф., Чичко, О.И. Программное обеспечение для обработки изображений микроструктур железоуглеродистых сплавов // Наука и техника. – 2011. – № 3. – С. 13–18.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В АНАЛИЗЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МАСЛИЧНОЙ МУКИ

3. Чичко, А.Н., Сачек, О.А., Лихоузов, С.Г., Чичко, О.И. Компьютерная обработка изображений микроструктур серых чугунов как инструмент количественного анализа распределения графита // *Литье и металлургия*. – 2013. – № 2 (70). – С. 62–67.

4. Nikitin, A.V., Khanzhin, V.G. Prospects of Computer Measuring Systems of Image Analysis in Investigation of Composite Superconductors // *Metal Science and Heat Treatment*. – 2015. – V. 57. – Iss. 3–4. – P. 236–240, <https://doi.org/10.1007/s11041-015-9867-5>.

5. Мусаев, Ф.Б., Солдатенко, А.В., Балеев, Д.Н., Прияткин, Н.С., Щукина, П.А. Исследование разнокачественности семян овощных культур с использованием компьютерного анализа изображений // *Агрофизика*. – 2019. – № 1. – С. 38–44. DOI: 10.25695/AGRP.2019.01.05.

6. Прияткин, Н.С., Архипов, М.В., Гусакова, Л.П. [и др.]. Автоматический анализ и классификация цифровых рентгеновских и газоразрядных изображений семян пшеницы, поврежденных клопом вредная черепашка, для прогноза их посевных качеств // *Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ*. – 2018. – № 6. – С. 60–67.

7. de Oliveira Morais, P.A., Madari, B.E., de Oliveira, A.E., de Souza, D.M. A computer-assisted soil texture analysis using digitally scanned images // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2020. – V. 174. – P. 105435.

8. Харисова, З.И. Информационно-измерительная система для гранулометрического анализа жидких дисперсных сред на основе видеотехнических средств и нейросетевых технологий : дисс. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2018. – 136 с.

9. Лузев, В.С., Кладов, Е.А. Применение методов компьютерного анализа изображений для контроля технологического процесса переработки зерна // *Сборник материалов III Специализированного конгресса зернопереработчиков «Нивы России»*. – Барнаул : ООО «Азбука», 2005. – С. 77–79.

10. Лузев, В.С., Кладов, Е.А. Гранулометрический состав промежуточных продуктов размола зерна // *Хлебопродукты*. – 2006. – № 11. – С. 48–49.

11. Федотов, В.А., Курносова, А.Г., Воякина, К.В., Овчинникова, М.С. Современные методы проведения гранулометрического анализа зернопродуктов // *Евразийский Союз Ученых*. – 2014. – № 7. – С. 38–40.

12. Черных, В.Я., Бердышева, О.Н., Жирнова, Е.В., Митин, В.Ю. Влияние дисперсности пшеничной муки на её технологические свойства и параметры замеса теста // *Хлебопродукты*. – 2015. – № 7. – С. 56–58.

13. Невская, Е.В., Тюрина, И.А., Тюрина, О.Е., Шулбаева, М.Т., Потапова, М.Н., Головачева, Я.С. Разработка хлебопекарных композитных смесей для здорового питания // *Техника и технология пищевых производств*. – 2019. – Т. 49. – № 4. – С. 531–544. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-4-531-544.

14. Егорова, Е.Ю., Кузьмина, С.С. Потребительские свойства хлебобулочных изделий с добавлением муки из семян тыквы // *Ползуновский вестник*. – 2017. – № 3. – С. 32–36.

15. Крикунова, Л.Н., Ульянова, Е.В., Ободеева, О.Н., Черных, В.Я., Капизова, Д.А. Методы оценки гранулометрического состава зерновых отрубей // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2020. – № 3 (62). – С. 55–61. DOI:10.33979/2219-8466-2020-62-3-55-61.

16. Kaminski, S., Kaminski, P., Kaminska, D., Trzcinski, J. Granulometric composition study of mineral resources using opto-electronic devices and El-sieve software system // *Web of Conferences MEC 2016*. – 2016. – 8, 01057. DOI: 10.1051/e3sconf/20160801057.

17. Кладов, Е.А., Лузев, В.С. Определение гранулометрического состава пшеничной муки на анализаторе зернопродуктов «Гран» // *Современные проблемы техники и технологии пищевых производств : Сборник докладов 9 науч.-практ. конф.* – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2006. – С. 281–287.

Информация об авторах

Е. А. Кладов – учебный мастер кафедры технологии, хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

С. Б. Есин – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

Е. Ю. Егорова – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии хранения и переработки зерна Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

REFERENCES

1. Khurelchuluun, I. (2019). Improving the efficiency of ore preparation based on the use of continuous visiometric analysis of the granulometric composition of crushing and screening products: diss. candidate of technical sciences. Moscow. (In Russ.).

2. Chichko, A.N. [et al]. (2011). Software for image processing of iron-carbonaceous alloy microstructures. *Science & Technique*. No. 3. P. 13-18. (In Russ.).

3. Chichko, A.N. [et al]. (2013). Computer image processing of microstructures of gray cast iron as a tool for quantitative analysis of graphite distribution // *Foundry Production & Metallurgy*. No. 2 (70). P. 62-67. (In Russ.).

4. Nikitin, A.V. & Khanzhin, V.G. (2015). Prospects of Computer Measuring Systems of Image Analysis in Investigation of Composite Superconductors. *Metal Science and Heat Treatment*. V. 57. Iss. 3-4. P. 236-240, <https://doi.org/10.1007/s11041-015-9867-5>.

5. Musaev, F.B. [et al]. (2019). Investigation of the heterogeneity of vegetable seeds using computer image analysis. *Agrophysics*. No. 1. P. 38-44. DOI: 10.25695/AGRP.2019.01.05. (In Russ.).

6. Pyatkin, N.S. [et al]. (2018). The automatic analysis and classification of digital x-ray and gas discharge images of wheat seeds damaged by corn bug for the forecast of their sowing qualities. *Izvestiya SPb GETU LETI*. No. 6. P. 60-67. (In Russ.).

7. de Oliveira Morais P.A. [et al]. (2020). A computer-assisted soil texture analysis using digitally scanned images. *Computers and Electronics in Agriculture*. V. 174. P. 105435.

8. Kharisova, Z.I. (2018). Information and measurement system for granulometric analysis of liquid dispersed media based on video equipment and neural network technologies: diss. candidate of technical sciences. Ufa. (In Russ.).

9. Luzev, V.S. & Kladov, E.A. (2005). Application of computer image analysis methods for controlling the technological process of grain processing. Collection of materials of the III Specialized Congress of grain processors «Fields of Russia». Barnaul: Azbuka LLC. P. 77-79. (In Russ.).

10. Luzev, V.S. & Kladov, E.A. (2006). Granulometric composition of intermediate products of grain grinding. *Hleboprodukty*. No. 11. P. 48-49. (In Russ.).

11. Fedotov, V.A. [et al]. (2014). Modern methods of granulometric analysis of grain products. *Eurasian Union of Scientists*. No. 7. pp. 38-40. (In Russ.).

12. Chernyh, V.Ya. [et al]. (2015). The influence of the dispersion of wheat flour on its technological properties and parameters of dough kneading. *Hleboprodukty*. 2015. No. 7. P. 56-58. (In Russ.).

13. Nevskaya, E.V. [et al]. (2019). Healthy bakery composite mixes. *Food Processing: Techniques and Technology*. V. 49. No. 4. P. 531-544. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-4-531-544. (In Russ.).

14. Egorova, E.Yu & Kuzmina, S.S. (2017). Consumer properties of bakery products with the addi-

tion of pumpkin seed flour. *Polzunovskiy vestnik*. No. 3. P. 32-36.

15. Krikunova, L.N. [et al]. (2020). Valuation methods of the grain bran granulometric composition. *Technology and Merchandising of the Innovative Foodstuff*. No. 3 (62). P. 55-61. DOI:10.33979/2219-8466-2020-62-3-55-61. (In Russ.).

16. Kaminski, S. [et al]. (2016). Granulometric composition study of mineral resources using optoelectronic devices and Elsieve software system. *Web of Conferences MEC 2016*. 8, 01057. DOI: 10.1051/e3sconf/20160801057.

17. Kladov, E.A. & Luzev, V.S. (2006). Determination of the granulometric composition of wheat flour on the grain products analyzer "Gran". Modern problems of technology and technology of food production: Collection of reports 9 scientific-practical conf. Barnaul. P. 281-287. (In Russ.).

Information about the authors

E. A. Kladov - teaching assistant, Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

S. B. Yesin - candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

E. Yu. Egorova - Doctor of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)
УДК 664.681

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007

 EDN: LFMEJT

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Людмила Алексеевна Козубаева ¹, Светлана Сергеевна Кузьмина ²

^{1,2} Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

¹ cosubaeva@mail.ru, [http:// orcid.org/0000-0002-5131-4654](http://orcid.org/0000-0002-5131-4654)

² svetlana.politeh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-867X>

Аннотация. Питание людей, больных целиакией, ограничено непременным требованием отсутствия в рационе глютеносодержащих продуктов, в том числе традиционных мучных кондитерских изделий. Однако маркетинговые исследования свидетельствуют об интересе потребителей к этой группе сладких продуктов. При этом о заболевании целиакия и аглютеновых продуктах имеют представление только около 30 % опрошенных. В статье обобщены современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий, которые базируются на использовании разнообразных видов муки, не имеющих в составе глютена – клейковинообразующих белков (рисового, кукурузного, гречневого, льняного, конопляного и других), а также на приготовлении двух- и многокомпонентных смесей из них. Помимо аглютенной муки в рецептуре изделий могут присутствовать высокобелковые соевые изоляты и концентраты, изоляты белков гороха, люпина, казеинаты, концентраты сывороточных белков и др., гидроколлоиды (ксантан, гуаровая камедь, различные виды натуральных и модифицированных крахмалов), а также эмульгаторы, разрыхлители, вкусовые ингредиенты. В качестве обогащающих добавок в рецептуре используются плодово-ягодные и овощные порошки. Расширение сегмента мучных кондитерских изделий без глютена направлено на поиск компромисса между качеством, физиологической ценностью и потребительским предпочтением. Мука из семян и орехов способствует повышению пищевой ценности за счет широкого спектра минеральных веществ и витаминов. Обладая высокой антиоксидантной и физиологической активностью, мука кедрового ореха повышает потребительскую привлекательность готового продукта. Замена 30 % гречневой муки на киноа позволяет нивелировать выраженный вкус муки и получить печенье с приятным ароматом лесных орехов. Безглютеновые изделия представлены разными видами печенья, кексами, вафлями, бисквитным полуфабрикатом, композитными смесями для производства кексов.

Ключевые слова: маркетинговые исследования, безглютеновые изделия, целиакия, ассортимент, рецептура, аглютенная мука, обогащающие добавки.

Для цитирования: Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1. С. 57-67. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007. EDN: <https://elibrary.ru/LFMEJT>.

MODERN TRENDS IN THE FORMATION OF AN ASSORTMENT OF GLUTEN-FREE FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

Lyudmila A. Kozubaeva ¹, Svetlana S. Kuzmina ²

^{1,2} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

¹ cosubaeva@mail.ru, [http:// orcid.org/0000-0002-5131-4654](http://orcid.org/0000-0002-5131-4654)

² svetlana.politeh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0302-867X>

Abstract. *The nutrition of people with celiac disease is limited by the indispensable requirement of the absence of gluten-containing products in the diet, including traditional flour confectionery. However, marketing research indicates that consumers are interested in this group of sweet products. At the same time, only about 30% of respondents have an idea about celiac disease and gluten-free products. The article summarizes the current trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products, which are based on the use of various types of flour that do not contain gluten - gluten-forming proteins (rice, corn, buckwheat, flax, hemp and others), as well as on the preparation of two- and multicomponent mixtures of them. In addition to gluten-free flour, the product formulation may contain high-protein soy isolates and concentrates, isolates of pea proteins, lupine, caseinates, hydrocolloids (xanthan, guar gum), various types of natural and modified starches, as well as emulsifiers, baking powder, flavor components. Fruit and berry and vegetable powders are used as enriching additives in the formulation. The expansion of the gluten-free flour confectionery segment is aimed at finding a compromise between quality, physiological value and consumer preference. Flour from seeds and nuts contributes to an increase in nutritional value due to a wide range of minerals and vitamins. Possessing high antioxidant and physiological activity, pine nut flour increases the consumer attractiveness of the finished product. Replacing part of buckwheat flour with quinoa allows you to level out the pronounced taste of flour and get cookies with a pleasant aroma of hazelnuts. Gluten-free products are represented by different types of cookies, cupcakes, waffles, semi-finished biscuit, composite mixes for the production of cupcakes.*

Keywords: marketing research, gluten-free products, assortment, recipe, gluten-free flour, fortifiers.

For citation: Kozubaeva, L.A. & Kuzmina, S.S. (2022). Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products. *Polzunovskiy vestnik*, 4(1). 57-67. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007. EDN: <https://elibrary.ru/LFMEJT>.

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве городов Восточной и Западной Сибири до сих пор нет объективного представления о точном числе пациентов с типичной и атипичной целиакией, не сформировано отлаженной системы терапевтической, нутритивной и социальной поддержки таким больным, включая отсутствие организации специальной системы обучения приемам самостоятельного приготовления блюд без глютена. Несмотря на достаточно хорошую изученность прогрессивной медициной основных и сопутствующих симптомов этого заболевания и возможность его диагностики на ранних стадиях, большинство семей с пациентами, у которых выявлена непереносимость глютена, всю доступную им информацию об условиях организации жизни с целиакией получают из

социальных сетей. Ассортимент продуктов, необходимых для соблюдения аглютенной диеты, в большинстве населенных пунктов крайне ограничен или попросту отсутствует [1].

Если исходить из схожести проблем больных целиакией в поддержании диеты в России и за рубежом, можно опираться на мнения зарубежных исследователей, анализирующих удовлетворенность потребителей в безглютеновых продуктах [2–3].

Научными исследованиями доказано, что единственным приемлемым способом лечения целиакии является присутствие в рационе только безглютеновых продуктов, в том числе и мучных кондитерских изделий, на протяжении всей жизни [4].

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Маркетинговые исследования потребительского предпочтения

Разработанные маркетинговые программы позволяют проанализировать потребительские предпочтения и ассортимент безглютеновых продуктов питания, представленный на рынке Алтайского края (город Барнаул, 2021 год) [5].

Изучение потребительской мотивации при выборе изделий без глютена проводили, используя метод закрытого анкетирования, для которого при формировании выборки ориентировались на привлечение широкого круга возрастных групп, с разным экономическим положением, родом занятия, стилем жизни. Основная доля покупателей, участво-

вавших в опросе, находилась в возрастной категории от 19–59 лет и составила 81 %. Респонденты в возрасте до 18 лет сформировали группу, составляющую 12 %, и опрашиваемые в возрасте старше 60 лет – 7 %.

В ходе проведенных исследований на вопрос о частоте покупки мучных кондитерских изделий 50 % респондентов ответили, что приобретают такую продукцию несколько раз в месяц, 37 % – несколько раз в неделю, 11 % покупателей – ежедневно и 2 % никогда не покупают такие изделия. Эти результаты свидетельствуют о достаточно высоком потребительском интересе к мучным кондитерским изделиям.

Результаты маркетингового исследования потребительского спроса представлены на рисунке 1.

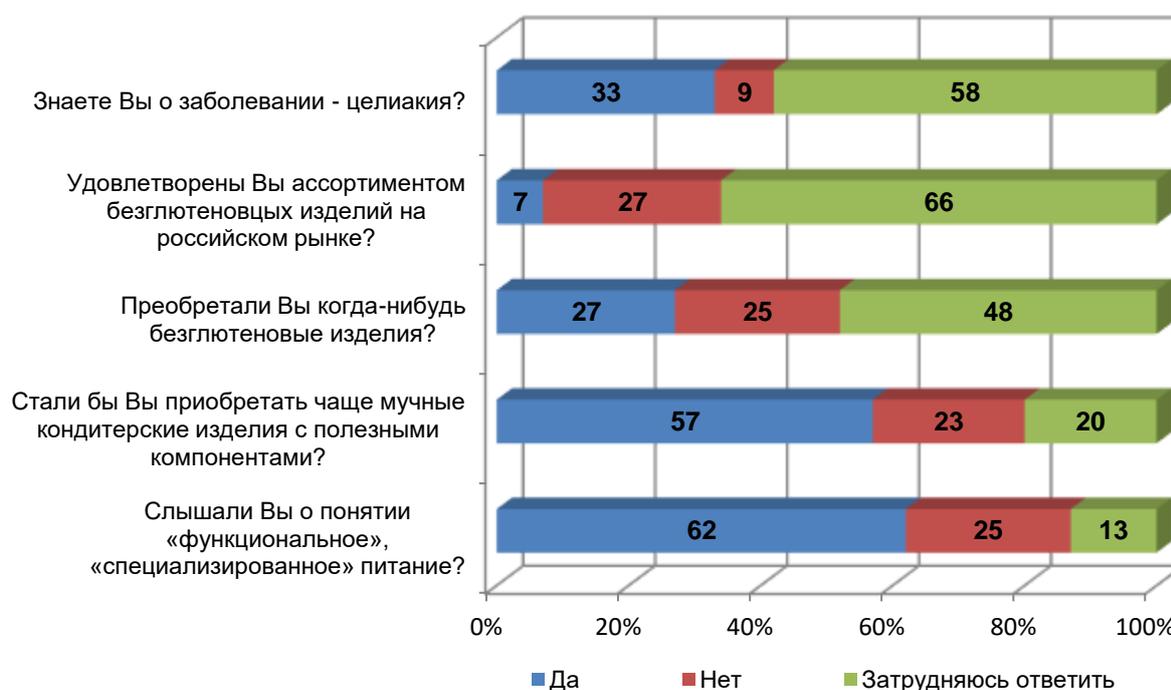


Рисунок 1 – Результаты маркетингового исследования потребительского спроса

Figure 1 - Results of marketing research of consumer demand

С целью определения круга респондентов, владеющих информацией в рассматриваемой области исследования, одним из вопросов анкетирования являлся: «Знаете Вы о заболевании – целиакия?». Подтверждающий ответ дали только 33 % опрашиваемых, при этом 9 % не знали о заболевании целиакия, а 58 % «затрудились ответить».

Ответы на следующие вопросы анкеты о приобретении и ассортименте безглютеновых продуктов согласуются с предыдущими результатами опроса. Только 27 % опрошенных приобретали когда-либо и всего 7 % участников анкетирования удовлетворены ассортиментом аглютеновых изделий на российском рынке. Большинство респондентов «затрудились ответить» на поставленные вопросы,

вероятно, имея слабое представление об изучаемой тематике.

На сегодняшний день безглютеновая продукция может входить в рацион не только как составляющая специальной диеты, но и как повседневный продукт потребления. Одним из важных аспектов здорового питания является «полноценность» продукта с точки зрения содержания в нем эссенциальных нутриентов.

Выяснилось, что 57 % респондентов слышали о понятии «функциональное», «специализированное» питание и готовы приобретать чаще мучные кондитерские изделия с полезными компонентами [5].

Анализ представленных результатов показал, что рынок недостаточно информирован, большая часть покупателей не имеет представления о безглютеновых специализированных изделиях, о продуктах, полезных

для здоровья. Разработка нового вида продукта и совершенствование уже существующего ассортимента, несомненно, позволят удовлетворить потребительский спрос в идеях специализированной группы.

Тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий

Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий базируются на разработках рецептур обогащенных изделий плодово-ягодными и овощными добавками, мукой из семян и орехов; на составлении композитных смесей из одного или комбинации нескольких видов безглютенового сырья с добавлением нетрадиционных добавок (рисунок 2) [6–7].

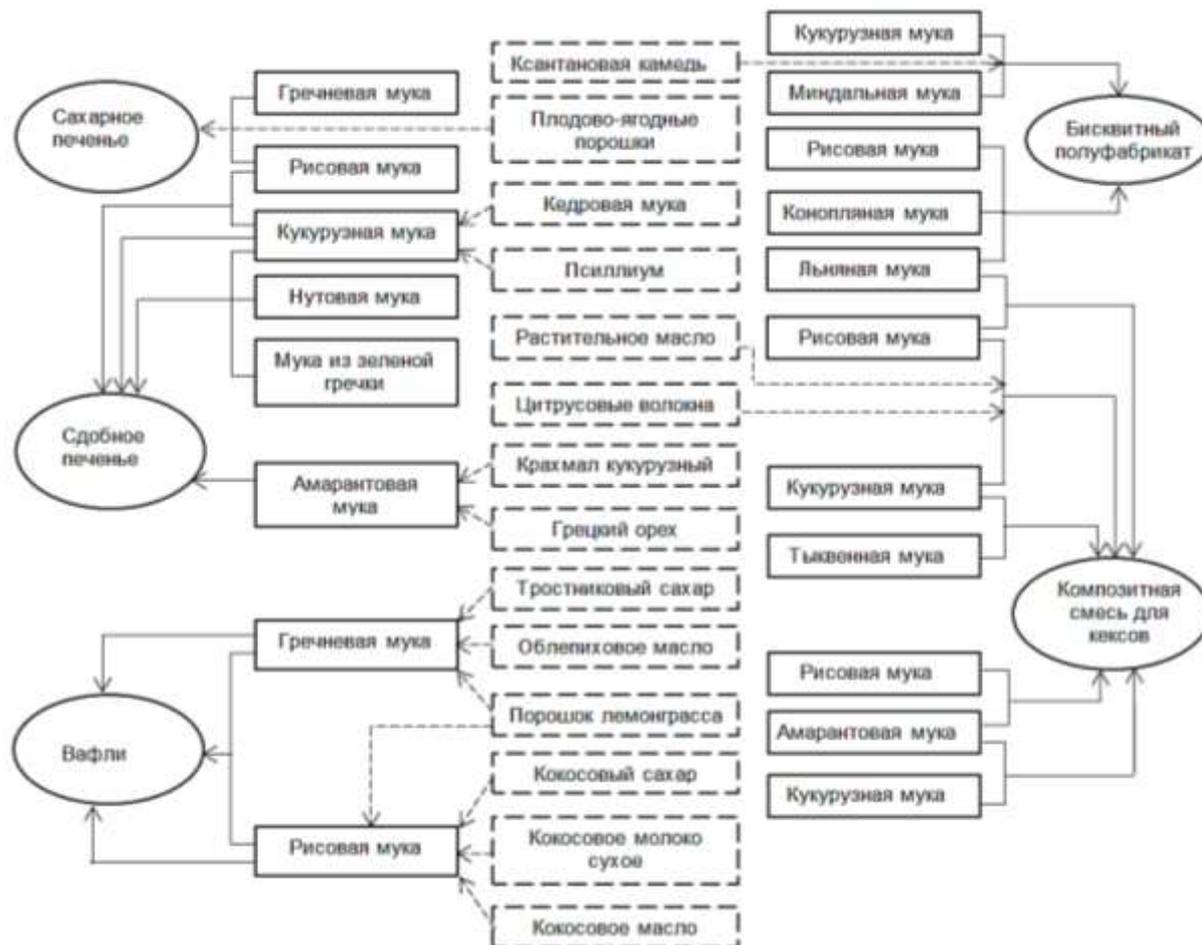


Рисунок 2 – Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий

Figure 2 - Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Разработка новых рецептур безглютеновых продуктов и моделирование уже существующих ведется довольно активно. В широкой ассортиментной линейке мучных кондитерских изделий безглютеновые выделяются своей маркировкой в виде символа «перечеркнутый колосок» и/или надписи «gluten-free» или «не содержит глютена».

Обязательным требованием при производстве мучных кондитерских изделий является использование сырья, не содержащего белок клейковины (глютен и глиадин), характерного для муки злаковых культур, традиционно являющейся базой в рецептуре этой группы изделий.

Помимо аглютеновой муки в рецептуре изделий могут присутствовать высокобелковые ингредиенты (соевые изоляты и концентраты, изоляты белков гороха, люпина, казеинаты, концентраты сывороточных белков и др.), гидроколлоиды (ксантан, гуаровая камедь, различные виды натуральных и модифицированных крахмалов), а также эмульгаторы, разрыхлители, вкусовые ингредиенты [8–9].

Предназначенные для специализированного питания людей безглютеновые продукты в основном производят на основе гречневой, рисовой, кукурузной муки, а также их смеси в разной комбинации.

Мучные кондитерские изделия относятся к одной из самых востребованных групп продуктов питания, в которой, несомненно, преобладает печенье разного вида. Основными потребителями печенья являются дети и подростки, для которых важным мотивирующим фактором при выборе продукта выступают потребительские характеристики. Современные тенденции расширения ассортимента печенья направлены на поиск компромисса между качеством, физиологической ценностью и потребительским предпочтением.

Гречневая мука из-за своего выраженного вкуса и аромата редко используется при производстве мучных кондитерских изделий, несмотря на высокую биологическую ценность по сравнению с рисовой и кукурузной мукой. При разработке рецептуры безглютенового печенья с целью повышения его привлекательности часть гречневой муки заменяли квиноа, семена которой предварительно измельчали до порошкообразного состояния. Проведенная математическая обработка органолептической оценки изделия установила, что замена 30 % гречневой муки на квиноа позволяет нивелировать выраженный вкус муки и получить печенье с приятным ароматом лесных орехов [10].

Поиск оптимальных соотношений рисовой и гречневой муки в рецептуре сахарного печенья позволяет создать продукт с высокими потребительскими свойствами. Комбинация рисовой и гречневой муки в процентных соотношениях 50 : 50 и 60 : 40 оказывает положительное влияние на вкус и аромат печенья, смягчая крупяной вкус и запах гречневой муки. На фоне хороших органолептических характеристик полученное безглютеновое печенье обладало показателями качества на уровне регламентируемых стандартом [11].

Применение плодово-ягодных порошков в технологии сахарного печенья привело к повышению пищевой ценности печенья и позволило сформировать новые потребительские свойства продукта. Присутствие 4,0 % рябинового порошка и 6,5 % яблочного порошка в рецептуре печенья повысило содержания незаменимых аминокислот, пищевых волокон и клетчатки [12].

Использование высококрахмального сырья при производстве безглютеновых изделий служит основной причиной низкой пищевой ценности продукта. Увеличение доли биологически активных компонентов является одним из важных аспектов при разработке рецептуры аглютеновых изделий.

Разработка новых видов аглютеновых изделий, реализуемых в качестве специализированной пищевой продукции в рационе питания для людей, больных целиакией, подтверждает целесообразность использования муки нутовой и из зеленой гречки в технологии песочного печенья. Использование высокобелкового сырья в комбинации с основной аглютеновой мукой (рисовой и кукурузной) позволяет повысить биологическую ценность мучных кондитерских изделий без потери их потребительских свойств. По комплексу сенсорных и физико-химических свойств был установлен состав мучной смеси, состоящий из нутовой / кукурузной / муки из зеленой гречки в соотношении 20 / 30 / 50, а также смесь из нутовой / рисовой / кукурузной / муки из зеленой гречки в пропорциях 20 / 20 / 20 / 40. По сумме незаменимых аминокислот обе мучные смеси превышают норму, установленную FAO / ВОЗ, и обладают более сбалансированным аминокислотным составом. Печенье, приготовленное на основе разработанных мучных смесей, обладало высокими потребительскими характеристиками и получило максимальное количество баллов при дегустации [13].

Применение принципов пищевой комбинаторики способствовало разработке печенья

на основе 30 % амарантовой муки и 24 % кукурузного крахмала. Присутствие грецкого ореха в количестве 2,0 % повысило потребительские характеристики печенья. Полученный продукт имел высокую биологическую ценность (80,99 %), оптимальное соотношение белок / жир и биологическую эффективность, выражающуюся в соотношении содержания ненасыщенных : мононенасыщенных : полиненасыщенных жирных кислот = 4 : 8 : 1 [14].

Применение муки из семян и орехов позволяет нивелировать недостатки пищевой ценности за счет широкого спектра минеральных веществ и витаминов, содержащихся в добавке.

Исследования, направленные на расширение ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий, рассматривают муку кедрового ореха как перспективный сырьевой компонент вследствие значимой доли витаминов и ненасыщенных жирных кислот. Обладая высокой антиоксидантной и физиологической активностью, мука кедрового ореха повышает потребительскую привлекательность готового продукта. Приготовление сдобного безглютенового печенья на основе смеси кукурузной и кедровой муки (10–15 %) позволяет получить изделие правильной формы с четким рисунком на поверхности, с кремовым цветом печенья в изломе и достаточно выраженным гармоничным ореховым вкусом и запахом [15].

Участие в образовании структуры безглютенового теста пищевых волокон – псиллиума является технологически обоснованным решением, позволяющим добавке поглощать и удерживать при замесе кондитерского теста жидкую фазу, образуя клейковиноподобный каркас. Растворимые волокна гидрофильной оболочки псиллиума обладают наибольшей эффективностью в отношении коррекции метаболических нарушений и рекомендуются к применению в технологии безглютеновых изделий. Результаты разработки рецептуры сдобного печенья с псиллиумом подтвердили обоснованность применения добавки на фоне улучшения органолептических характеристик изделий и их физико-химических показателей. Для производства печенья рекомендовано вносить псиллиум в количестве, не превышающем 1,0 % к массе муки [16].

Нетрадиционные виды сырья, применяемые при производстве мучных кондитерских изделий, придают им диетическую и лечебно-профилактическую направленность. Однако непривычный, зачастую неприятный вкус или послевкусие применяемого сырья приводит к

получению изделия с негармоничными, раздражающими органолептическими характеристиками, отталкивающими потребителя, несмотря на всю полезность и функциональность предлагаемого продукта. Создать печенье и кексы, отвечающие всем требованиям потребителя – задача, решаемая, в основном, за счет применения растительных компонентов, в том числе цедры лимона, цукатов и яблочного порошка. Используя принцип совместности сырья и обогащающих добавок, разработана технология функциональных продуктов социального значения, рекомендуемых для питания людей с целиакией [17].

В иерархии мучных кондитерских изделий кексы занимают одно из значимых мест, благодаря присутствию в рецептуре значительного количества сдобящих компонентов и разнообразных наполнителей. Широкая вариация формы, внешней отделки, вкуса и аромата являются главной составляющей потребительской привлекательности кексов.

Используя методологический подход оценки потребительских свойств мучных кондитерских изделий, устанавливают сочетание разных видов безглютеновой муки и долю их присутствия в рецептуре. Комбинирование рисовой и льняной муки (50 / 50), рисовой, льняной и конопляной муки (50 / 40 / 10) позволило получить кексы с наиболее сбалансированным профилем вкуса и аромата, что подтверждает дескрипторно-профильный анализ изделий. Полученные кексы имели высокие показатели качества, максимально соответствующие аналогу, приготовленному из пшеничной муки. Присутствие льняной и конопляной муки в смеси способствовало повышению содержания в кексах полиненасыщенных жирных кислот (ω -3 и ω -6), а их соотношение соответствовало нормам сбалансированного питания [18].

При проектировании рецептур нового изделия необходимо учитывать соотношение рецептурных компонентов, позволяющее задать ограничения по белковому составу и получить продукт со сбалансированной пищевой ценностью и функционального значения, предназначенного для систематического употребления в составе пищевых рационов людей с глютеновой непереносимостью и сахарным диабетом 2 типа. Использование специального программного обеспечения позволило спроектировать, отработать и максимально сгенерировать потребительский профиль безглютенового кекса, объединяя и гармонизируя вкусо-ароматические свойства амарантовой муки, муки из клубней чумы, морковного и яблочного порошков, а также

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

смеси стевиозида и изомальта. Комплексная оценка безопасности разработанных кексов, предъявляемая к безглютеновым продуктам, показала содержание глиаина менее 2,5 мг/кг, что является допустимым значением для людей, страдающих любой формой непереносимости глютена [19].

Вафли, как разновидность тонкого сухого печенья с оттиском на поверхности, выходят за привычные границы этого понятия. На сегодняшний день существует широкий ассортимент вафель – бельгийские, скандинавские, американские, гонконгские (*bubble waffle*), тонкие вафли для мороженого и традиционные вафли с начинкой, приготовленные из пшеничной муки.

Технологическое решение сочетания безглютенового сырья и нетрадиционных органических масел позволило получить вафли, обладающие улучшенным жирнокислотным и аминокислотным составом. Приготовление вафель осуществляли на основе двух рецептур, включающих гречневую муку, тростниковый сахар, облепиховое масло и порошок лемонграсса (композиция 1) и рисовую муку, кокосовый сахар, сухое кокосовое молоко, кокосовое масло и порошок лемонграсса (композиция 2). Полученные вафли обладали высокими органолептическими характеристиками и показателями безопасности, соответствующими нормативным требованиям. Лучший аминокислотный состав присутствовал в вафлях, приготовленных на основе гречневой муки, в то время как контент незаменимых аминокислот в композиции 2 увеличился незначительно. Присутствие нетрадиционных органических масел в рецептурах вафель улучшило состав жирных кислот и повысило потребительские свойства изделий [20].

Моделирование рецептур вафель, предусматривающее подбор оптимальных соотношений рисовой и гречневой муки, формирует новые потребительские свойства готовых изделий. Приготовление вафель с учетом подобранного соотношения двух видов муки способствовало получению теста с хорошими реологическими характеристиками и готового продукта высокого качества с традиционными потребительскими предпочтениями [21].

Бисквитный полуфабрикат, как основа для приготовления безглютеновых тортов и пирожных, должен сочетать в себе высокие органолептические характеристики и иметь сбалансированный пищевой состав.

Разработка бисквита на основе комбинации 40 % рисовой, 30 % льняной и 30 % конопляной муки позволяет решить вопрос не

только расширения ассортимента безглютеновых изделий, но и получить продукт с наибольшей биологической ценностью (аминокислотный скор составляет 48,7–97 %), с высоким содержанием незаменимых полиненасыщенных жирных кислот, а соотношение ω -6 : ω -3 жирных кислот составляет 5:1–7:1. Бисквит, приготовленный на основе этой смеси, обладал привлекательным внешним видом, правильной формой с выраженным подъемом, плотным, эластичным с равномерной пористостью мякишем, ореховым привкусом льняной муки и слабым привкусом конопляной муки [22].

Перспективным сырьевым компонентом, выступающим источником растительного белка, несомненно, является мука бобовых культур. На основании проведенных исследований с помощью эмпирических методов и математического моделирования установлено оптимальное соотношение используемых видов аглютеновой муки, позволяющее получить бисквитный полуфабрикат с наиболее сбалансированными потребительскими характеристиками: 68 % рисовой муки, 19 % кукурузной муки и 13 % соевой муки [23].

Рассматривая комбинацию кукурузной и миндальной муки для производства бисквитного полуфабриката, было установлено их соотношение, позволяющее получить продукт с наилучшими органолептическими показателями. В рецептуру бисквита миндальную муку вносили в равных долях с кукурузной мукой. Полученная мучная смесь позволяет получить с ореховым вкусом и запахом полуфабрикат, имеющий повышенную пищевую ценность [24].

Мука для этой группы продуктов является ключевым компонентом и от её состава напрямую зависит структура кондитерского теста. При формировании теста клейковинобразующие белки, к которым относится глютен, выполняют связующую, текстурирующую, влагоудерживающую функции.

Конструирование безглютеновых продуктов невозможно без применения добавок, эмульгирующих свойства клейковины при формировании структурно-механических свойств как полуфабриката, так и готового изделия. Применение полисахарида микробного происхождения ксантановой камеди в количестве 0,5 % к массе смеси безглютеновых видов муки в качестве функционального загустителя-стабилизатора оказало положительное влияние на плотность и эффективную вязкость бисквитного теста и качество готового полуфабриката [23].

Одним из приоритетных направлений формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий является разработка сухих композитных смесей, используемых для приготовления изделия потребителем.

Подбор оптимального соотношения муки разных видов позволяет удовлетворить предпочтения более широкого круга потребителей. Разработка композитной смеси для кексов, сочетающая кукурузную и рисовую (1:1), кукурузную и тыквенную (1:1), льняную и рисовую (1:2,3) виды муки, позволила получить изделие с высокими органолептическими характеристиками и показателями качества не ниже стандартных. Химический состав, использованной в смеси муки, положительно сказался на пищевой ценности кексов. Комбинирование кукурузной и рисовой муки способствовало повышению содержания Na и Mg, комбинация кукурузной и тыквенной муки, льняной и рисовой муки способствовала значительному повышению доли Na, K, Ca, Mg, Fe по сравнению с пшеничной мукой [25].

Присутствие кукурузной или рисовой муки в смеси сухих рецептурных компонентов в комбинации с жидким растительным маслом способствовало разработке безглютенового сдобного печенья, более обогащенного полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами. Внесение в состав смеси сухих компонентов цитрусовых волокон в количестве 1,0 % к массе муки способствовало стабилизации консистенции теста и структуры печенья. Запаривание смеси сухих компонентов оказало положительное влияние на формирование вкуса и качества готового печенья [26–27].

Мука из семян амаранта является перспективным сырьевым компонентом, направленным решить сразу несколько задач – обогатить продукт легкоусвояемым белком, содержание которого составляет 41,4 %, и повысить содержание микронутриентов: витаминов (С, Е, группы В) и минеральных веществ (K, Ca, Fe, Mg) [28].

При использовании амаранта в рецептуре кондитерских изделий следует иметь в виду, что специфический вкус и аромат амарантовой муки отразится на вкусе и аромате готового продукта. Комбинирование амарантовой муки с рисовой или кукурузной мукой дает возможность установить оптимальное их соотношение для производства пищевого концентрата – полуфабриката (*смеси для выпечки*), а также готовых безглютеновых кексов с амарантовой мукой, составляющее: 15,0–17,5 % / 85,0–82,5 % (амарантовая / ри-

совая) и 10,0–12,5 % / 90–87,5 % (амарантовая / кукурузная). Применение этих комбинаций как основы в технологии кексов приводит к получению изделия стандартного качества с улучшенным соотношением основных пищевых веществ по сравнению с реализуемыми аналогами [29–30].

ВЫВОДЫ

Обобщая представленные данные, можно сказать, что современные тенденции расширения ассортимента мучных кондитерских изделий, соответствующие требованиям питания как здоровых потребителей, так людей с целиакией, базируются на моделировании новых и на совершенствовании уже существующих безглютеновых продуктов. Особое значение имеют разработки продуктов отечественного производства, призванные удовлетворить потребительский спрос в изделиях специализированной группы.

Формирование ассортимента безглютеновых изделий, несомненно, происходит за счет применения новых видов муки, содержащей более сбалансированные по аминокислотному составу белки, и обогащающих добавок, применяемых в качестве источника пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ. Использование безглютенового сырья в рецептуре мучных кондитерских изделий зачастую приводит к ухудшению реологических, технологических и потребительских свойств готового продукта и требует поиска новых технологических решений в реализации процесса производства.

Таким образом, использование нетрадиционных безглютеновых видов муки для получения мучных кондитерских изделий (печенья, пряников, кексов, вафель, бисквитных полуфабрикатов), а также сухих готовых смесей с высокими органолептическими, физико-химическими показателями качества и микробиологическими показателями безопасности на сегодняшний день сохраняет свою актуальность и требует проведения дальнейших тщательных научных исследований и аналитических обоснований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чикун, В.В., Ильенкова, Н.А. Целиакия: современный взгляд на проблему // Сибирский медицинский портал. URL : <http://krsk.sibnovosti.ru/health/119999-tseliakiya-sovremennyy-vzglyad-na-problemu>. (дата обращения: 04.07.2022).
2. Уолстед, Л. Безглютеновая диета в третьем тысячелетии: правила, риски и возможности // Болезни. – 2015. – Т. 3 (3). – С. 136–149.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

3. Резонер, Дж. Токсичная правда О безглютеновой пище и целиакии. – URL : <https://healthygut.com/the-toxic-truth-about-gluten-free-food-and-celiac-disease/>. (дата обращения: 03.07.2022).
4. Recent Progress and Recommendations on Celiac Disease From the Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity / K.A. Scherf [et al.] // *Frontiers in Nutrition*. – 2020. – Vol. 7. – P. 29. doi: 10.3389/fnut.2020.00029.
5. Маркетинговые исследования предпочтений при выборе специализированных продуктов питания / Л.А. Козубаева [и др.] // *Современные направления технологического развития и повышения эффективности промышленного производства в экономике Алтайского края: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – Барнаул : АлтГТУ, 2021. – С. 226–229.
6. Обзор разработок изделий из бисквитного теста специального назначения / С.Д. Божко [и др.] // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*. – 2019. – № 3. – С. 43–52. DOI 10.24411/2311-6447-2019-10006.
7. Роберт, Э.К., Уайлдман, Ричард, С. Бруно *Справочники по нутрицевтикам и функциональным продуктам питания*. – Л.–Н.Я.: CRC Press, 2019. – 542 с.
8. 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.
9. Rai, S., Kaur, A., Chopra, C.S. *Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People* // *Frontiers in Nutrition*. – 2018. – Vol. 5. – P. 116. doi: 10.3389/fnut.2018.00116.
10. Расширение ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий на основе гречневой муки и киноа / Щеколдина [и др.] // *Научный журнал КубГАУ*. – 2016. – № 121 (07). – С. 1054–1064. DOI: 10.21515/1990-4665-121-065.
11. Козубаева, Л.А., Кузьмина, С.С., Вишняк, М.Н. *Безглютеновое печенье из смеси рисовой и гречневой муки* // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 7(69). – С. 62–65.
12. Применение дескрипторно-профильного метода в разработке безглютеновых мучных кондитерских изделий / О.В. Чугунова [и др.] // *Ползуновский вестник*. – 2012. – № 2–2. – С. 103–107.
13. Санжаровская, Н.С., Храпко, О.П., Коломиец, В.И. *Разработка безглютенового печенья с улучшенными потребительскими свойствами* // *Ползуновский вестник*. – 2021. – № 3. – С. 61–67. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.
14. Никитина, М.А., Никитин, И.А., Кулаков, В.Г. *Применение метода имитационного моделирования при разработке рецептуры безглютенового печенья* // *Cloud of Science*. – 2017. – Т. 4. – № 3. – С. 376–383.
15. Применение кедровой муки в технологии безглютенового печенья / С.С. Кузьмина [и др.] // *Современные направления технологического развития и повышения эффективности промышленного производства в экономике Алтайского края: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – Барнаул : АлтГТУ, 2021. – С. 221–225.
16. Калинина, Е.В., Кузьмина, С.С. *Обоснование применения псиллиума в рецептуре безглютенового печенья* // *Наука и молодежь: материалы XVIII всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Барнаул : АлтГТУ, 2021. – С. 204–206.
17. Чугунова, О.В., Лейберова, Н.В. *Разработка ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения* // *Известия УрГЭУ*. – 2011. – № 3 (35). – С. 152–157.
18. Меренкова, С.П., Потороко, И.Ю., Чеканова, Е.В. *Методологические подходы оценки потребительских свойств безглютеновых мучных кондитерских изделий* // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. – 2020. – № 2. – С. 8–16. DOI 10.24411/2311-6447-2020-10037.
19. Разработка технологии и оценка эффективности нового продукта – функционального безглютенового кекса / И.М. Жаркова [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2020. – № 1. – С. 70–85. doi: 10.36107/spfp.2020.215.
20. Tkachenko, A., Syrokhman, I., Skrypnyk, V., Birta, G., Burgu, Y. *Development of wafers with fillings made from organic raw materials with improved consumer properties* // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2020. – 4/11 (106). – С. 39–45. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209695.
21. Резниченко, И.Ю., Иванец, Г.Е., Алешина, Ю.А. *Обоснование рецептуры и товароведная оценка вафель специализированного назначения* // *Техника и технология пищевых производств*. – 2013. – № 1. – С. 138–142.
22. Обоснование применения композиций безглютеновых видов муки в технологии специализированных мучных кондитерских изделий / С.П. Меренкова [и др.] // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. – 2019. – Т. 7. – № 1. – С. 12–20. DOI: 10.14529/food190102.
23. Мысаков, Д.С., Гращенко, Д.В., Чугунова, О.В. *Перспективы применения полисахарида микробного происхождения ксантановая камедь в производстве безглютеновых продуктов* // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. – 2016. – Т. 4. – № 4. – С. 26–35. DOI: 10.14529/food160403.
24. Щетинин, М.П., Ходырева, З.Р. *Формирование рецептурного состава бисквитного безглютенового полуфабриката* // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2019. – № 1. – С. 106–113.
25. Ушакова, Ю.В., Паськова, Е.М., Рысмухамбетова, Г.Е. *Совершенствование технологии кексов адаптированных для глютеновой энтеропатии* // *Новые технологии*. – 2019. – Вып. 3(49). – С. 86–99. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10308.
26. Рензяева, Т.В., Тубольцева, А.С., Артюшина, С.И. *Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья* // *Техника и технология пищевых производств*. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 87–92.

27. Рензязева, Т.В., Бакирова, М.Е. Печенье из рисовой муки для специализированного питания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. – 2017. – № 1. – С. 49–55.

28. Особенности микроструктуры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта / Н.А. Шмалько [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 1. – С. 57–63.

29. Егорова, Е.Ю., Козубаева, Л.А. Безглютеновые кексы с амарантовой мукой // Ползуновский вестник. – 2018. – № 1. – С. 22–26. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.005.

30. Егорова, Е.Ю., Резниченко, И.Ю. Разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов с амарантовой мукой // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48. – № 2. – С. 36–45. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>.

Информация об авторах

Л. А. Козубаева – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

С. С. Кузьмина – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

REFERENCES

1. Chikunov, V.V. & Ilyenkova, N.A. Celiac disease: a modern view of the problem. Siberian Medical Portal. Retrieved from <http://krsk.sibnovosti.ru/health/119999-tseliakiya-sovremennyy-vzglyad-na-problemu>. (In Russ.).

2. Walstead, L. (2015). A gluten-free diet in the third millennium: rules, risks, and opportunities. *Diseases*, 3(3), 136-149. (In English).

3. Reasoner, J. The Toxic Truth About Gluten-Free Food and Celiac Disease. Retrieved from <https://healthygut.com/the-toxic-truth-about-gluten-free-food-and-celiac-disease>. (In English).

4. Scherf, K.A., Catassi, C., Chirido, F., Ciclitira, P.J. [et al.] (2020). Recent progress and recommendations on celiac disease from the working group on prolamin analysis and toxicity. *Frontiers in Nutrition*, (7), 29. (In English). doi: 10.3389/fnut.2020.00029.

5. Marketing research of preferences when choosing specialized food products / L.A. Kozubaeva [et al.]. Modern directions of technological development and increasing the efficiency of industrial production in the economy of the Altai Territory: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Barnaul: AltSTU, 2021. 226-229.

6. An overview of the development of biscuit special purpose products. S.D. Bozhko [et al.]. (2019). *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy nutrition products*,

(3), 43-52. (In Russ.). doi: 10.24411/2311-6447-2019-10006.

7. Robert, E.C. Wildman & Richard, S. Bruno (2019). Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. L.N. Y. : CRC Press. (In English).

8. Barsukova, N.V., Reshetnikov, D.A. & Krasilnikov, V.N. (2011). Food engineering: technologies of gluten-free flour products. *Scientific Journal of NIU ITMO. The series «Processes and devices of food production»*. (1).

9. Rai, S., Kaur, A. & Chopra, C.S. (2018). Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. *Frontiers in Nutrition*, (5), 116. (In English). doi: 10.3389/fnut.2018.00116.

10. Shchekoldina, T.V., Verшинina, O.L., Kudinov, P.I. & Chernihovets, E.A. (2016). Expanding the range of gluten-free flour confectionery products based on buckwheat and quinoa. *Scientific Journal of KubGAU*, 121(07), 1054-1064. (In Russ.). DOI: 10.21515/1990-4665-121-065.

11. Kozubaeva, L.A., Kuzmina, S.S. & Vishnyak, M.N. (2010). Gluten-free cookies from a mixture of rice and buckwheat flour. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 7 (69), 62-65. (In Russ.).

12. Chugunova, O.V., Leiberova, N.V., Poznyakovskiy, V.M. & Golub, O.V. (2012). Application of the descriptor-profile method in the development of gluten-free flour confectionery products. *Polzunovskiy vestnik*. (2-2). 103-107. (In Russ.).

13. Sanzharovskaya, N.S., Hrapko, O.P. & Kolomiets, V.I. (2021). Development of glutenfree cookies with improved consumer properties. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 61-67. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.008.

14. Nikitina, M.A., Nikitin, I.A. & Kulakov, V.G (2017). Applying simulation method in formulation of gluten-free cookies. *Cloud of Science*. 4 (3), 376-383. (In Russ.).

15. Kuzmina, S.S., Kalinina, E.V., Kozubaeva, L.A. & Kozak, A.S. (2021). The use of cedar flour in gluten-free cookie technology. *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Modern directions of technological development and increasing the efficiency of industrial production in the economy of the Altai Territory»*. Barnaul: ASTU. (In Russ.).

16. Kalinina, E.V. & Kuzmina, S.S. Justification of the use of psyllium in the recipe of gluten-free cookies // Science and Youth: materials of the XVIII All-Russian Scientific and Technical Conference of students, postgraduates and young scientists. Barnaul: ASTU, 2021. 204-206. (In Russ.).

17. Chugunova, O.V. & Leiberova, N.V. (2011). Development of the range of flour confectionery products for functional purposes. *USUE News*. 3(35). 152-157. (In Russ.).

18. Merenkova, S.P., Potoroko, I.Yu. & Chekanova, E.V. (2020). Methodological approaches to assessing consumer properties of gluten-free flour products. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products*, (2), 8-16. (In Russ.). DOI 10.24411/2311-6447-2020-10037.

19. Zharkova, I.M., Safonova, Yu.A., Gusti-

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

novich, V.G. & Ileva, T.L. (2020). Development of technology and evaluation of the effectiveness of a new product - a functional gluten-free cupcake. *Storage and processing of agricultural raw materials*. (1). 70-85. (In Russ.). doi: 10.36107/spfp.2020.215.

20. Tkachenko, A., Syrokhman, I., Skrypnyk, V., Birta, G. & Burgu, Y. (2020). Development of wafers with fillings made from organic raw materials with improved consumer properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 4/11 (106). 39-45. (In Russ.). DOI: 10.15587/1729-4061.2020.209695.

21. Reznichenko, I.Ju., Ivanec, G.E., Aleshina Ju.A. (2013). The recipe explanation and merchandising valuation of special purpose waffles. *Technique and technology of food production*. (1). 138-142. (In Russ.).

22. Merenkova, S.P., Bogan, V.I., Arapova, D.A. & Fomina, T.Yu. (2019). Grounds for the use of gluten-free types of flour in the technology of specialized bakery confectionery products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 7(1), 12-20. (In Russ.). DOI: 10.14529/food190102.

23. Mysakov, D.S., Grashchenkov, D.V. & Chugunova, O.V. (2016). Prospects for the use of xanthan gum polysaccharide of microbial origin in gluten-free goods production. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 4 (4), 26-35. (In Russ.). DOI: 10.14529/food160403.

24. Schetinin, M.P. & Khodyreva, Z.R. (2019). Formation of the formulation of the biscuit gluten-free semi-finished product. *Storage and processing of agricultural raw materials*, (1), 106-113. (In Russ.).

25. Ushakova, Yu.V., Paskova, E.M. & Rysmukhambetova, G.E. (2019). Improvement of cupcake technologies adapted for gluten enteropathy. *Novye tehnologii (Majkop)*. 3(49), 86-99 (In Russ.). DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10308.

26. Renzyaeva, T.V., Tuboltseva, A.S. &

Artyushina, S.I. (2015). Development of the formulation and technology of gluten-free cookies based on natural vegetable raw materials. *Technique and technology of food production*, 39 (4), 87-92. (In Russ.).

27. Renzyaeva, T.V. & Bakirova, M.E. (2017). Rice flour cookies for specialized nutrition. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products*. (1). 49-55. (In Russ.).

28. Shmalko, N.A., Chalova, I.A., Moiseenko, N.A. & Romashko, N.L. (2011). Features of microstructure and chemical composition of amaranth grain processing products. *Technique and technology of food production*. (1). 57-63. (In Russ.).

29. Egorova, E.Yu. & Kozubaeva, L.A. (2018). Gluten-free-new cupcakes with amaranth flour. *Polzunovsky vestnik*. (1). 22-26. (In Russ.). DOI:10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.005.

30. Egorova, E.Ju. & Reznichenko, I.Ju. (2018). Development of food concentrate – semi-finished product with amaranth flour for gluten-free cupcakes. *Food Processing: Techniques and Technology*. 48 (2), 36-45 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>.

Information about the authors

L. A. Kozubaeva - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

S. S. Kuzmina - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов
УДК664.1

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.008

 EDN: EMZMIQ

НАУЧНО ОБОСНОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКА МАЛИНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ГЛАЗУРИ

Элла Витальевна Мазукабзова

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал
Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, Москва, Россия
ryabkovaella@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2884-6767>

Аннотация. Целью работы являлось изучение возможности применения порошка малины в производстве кондитерской глазури для корректировки её пищевой ценности. Изучено влияние количества порошка малины (3÷15 %) на органолептические, реологические и кристаллизационные свойства кондитерской глазури. Оптимальные вкусовые характеристики отмечены у образца с содержанием порошка малины в количестве 11 %. Добавление в рецептуру кондитерской глазури порошка малины приводит к изменению кристаллизационных свойств глазури. Температура застывания кондитерского полуфабриката снижается с 28,5 до 27,5 °С; продолжительность кристаллизации увеличивается с 7,4 до 9,3 мин. На основании проведенных исследований разработана рецептура фруктовой кондитерской глазури с оптимальным количеством 11 % порошка малины. Доказано, что использование порошка малины в указанной дозировке способствует повышению пищевой ценности глазури за счет увеличения содержания пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ. Использование порошка малины не только способствует повышению пищевой ценности глазури, но и придает ей мультисенсорные свойства: мягкие гармоничные фруктовые ноты наряду с терпкостью и насыщенностью какао-продуктов.

Ключевые слова: фруктовая кондитерская глазурь, порошок малины, пищевая ценность, пищевые волокна, реологические свойства, предел текучести, характеристика кристаллизации, органолептическая оценка.

Благодарности: автор выражает признательность коллегам: Зайцевой Л.И., Руденко О.С. и Баженовой А.Е. за помощь.

Для цитирования: Мазукабзова Э. В. Научно обоснованное применение порошка малины для повышения пищевой ценности глазури // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 68–77. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.008. EDN: <https://elibrary.ru/EMZMIQ>.

Original article

SCIENTIFICALLY SUBSTANTIATED APPLICATION OF RASPBERRY POWDER TO INCREASE THE NUTRITIONAL VALUE OF GLAZE

Ella V. Mazukabzova

All-Russian Scientific-Research Institute of Confectionery Industry – Branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia
ryabkovaella@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2884-6767>

Abstract. *The purpose of the work was to study the possibility of using raspberry powder in the production of confectionery glaze to adjust its nutritional value. The effect of the amount of raspberry powder (3÷15%) on the organoleptic, rheological and crystallization properties of confectionery glaze was studied. Optimal taste characteristics are noted in the sample with a raspberry powder content of 11%. Adding raspberry powder to the confectionery glaze formulation leads to a change in the crystallization properties of the glaze. The pour point of the confectionery semi-finished product is reduced from 28.5 to 27.5 °C; the duration of crystallization increases from 7.4 to 9.3 minutes. Based on the conducted research, a formulation for fruit confectionery glaze with an optimal amount of 11% raspberry powder was developed. It is proved that the use of raspberry powder in the indicated dosage helps to increase the nutritional value of the glaze by increasing the content of dietary fiber, vitamins and minerals. The use of raspberry powder not only helps to increase the nutritional value of the glaze, but also gives it multisensory properties: soft harmonious fruit notes along with the astringency and richness of cocoa products.*

Keywords: *fruit confectionery glaze, raspberrypowder, nutritionalvalue, dietary fiber, rheological properties, yield strength, crystallization characteristic, organoleptic evaluation.*

Acknowledgements: *the author expresses gratitude to her colleagues: Zaitseva L.I., Rudenko O.S. and Bazhenova A.E. for their help.*

For citation: Mazukabzova, E. V. (2022). Scientifically substantiated application of raspberry powder to increase the nutritional value of glaze. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 68-77. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.008. EDN: <https://elibrary.ru/EMZMIQ>.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение продолжительности жизни населения Российской Федерации является одной из главных стратегических задач, поставленных Правительством РФ. В выполнении этой задачи большая роль отводится повышению качества пищевой продукции. Согласно разработанной по поручению Президента РФ «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» предусматривается производство пищевой продукции нового поколения с заданными качественными характеристиками, обеспечивающей оптимальное питание, профилактику различных заболеваний в целях увеличения продолжительности и повышения качества жизни граждан Российской Федерации [1].

Кондитерскую глазурь широко используют в среднем ценовом сегменте. Придавая кондитерским изделиям особый вкус и аро-

мат, кондитерская глазурь защищает продукты от негативных воздействий: окисления, черствения, попадания влаги при производстве, транспортировании и хранении [2–4].

Кондитерская глазурь относится к высококалорийным полуфабрикатам. По унифицированной рецептуре в ней содержится 50 % сахара и 32 % жира [4, 5], потребление которых в рационе питания следует снижать согласно требованиям ВОЗ [6].

ГОСТ Р 53897–2010 «Глазурь. Общие технические условия» предоставляет возможность производства кондитерской глазури с фруктовыми и овощными компонентами. При этом в зависимости от наименования – фруктосодержащая или фруктовая кондитерская глазурь – должна содержать не менее 3 и 10 % данного сырья в сухом эквиваленте соответственно [7].

Фруктоовощное сырье широко используется при производстве мучных и сахаристых кондитерских изделий [8–16]. Добавление

плодоовощного сырья позволяет повысить в продукте содержание необходимых для человека веществ: пищевых волокон, а также витаминов, макро- и микроэлементов [17–19]. Однако в настоящее время на российском рынке отсутствует пищевая продукция с глазурью с использованием плодоовощного сырья, вследствие чего обогащенные изделия чаще всего глазируются кондитерской глазурью с высоким содержанием сахара и жира, что нивелирует все полезные свойства продукта. Разработка глазури с плодоовощными порошками позволит повысить пищевую ценность и расширить ассортиментный ряд глазурей, используемых для покрытия обогащенных кондитерских изделий.

Малина занимает особое место среди плодоовощного сырья. Содержит большое количество клетчатки 3,7 г/100 г (около 12 % от суточной нормы) [19, 20].

Одно из ключевых качеств малины – её антиоксидантная активность. В ней присутствуют флавоноиды, фенольные соединения, антоцианы, витамины С и Е, каротиноиды. Витамин С является важнейшим природным антиоксидантом, кроме этого он необходим для нормального функционирования соединительной и костной ткани. В малине содержится 25 мг/ 100 г примерно 40 % от суточной нормы потребления витамина С. Р-активные соединения, входящие в группу веществ фенольного происхождения, оказывают влияние на эластичность и проницаемость капилляров, способствуют выведению токсинов [20–23].

Марганец – ещё один элемент в комплексной защите от воздействия свободных радикалов – в составе ферментов отвечает также за синтез белков. Магний играет важную роль в работе сердечно-сосудистой и нервной систем. А витамин К необходим человеку для нормального свёртывания крови [22, 24].

По некоторым данным, применение эллаготианнонов малины (эфиров эллаговой кислоты и сахаров) в дозировке 40 мг в день способно предотвратить развитие раковых клеток путём замедления их роста или уничтожения (при высокой концентрации эллаготианнонов). Также эллаговая кислота обладает свойством снижать кровяное давление. Вследствие сравнительно высокого содержания калия и магния ее рекомендуют употреблять для профилактики заболеваний сердца и сосудов, регуляции водно-солевого обмена [22].

Добавление нетрадиционных сырьевых компонентов в состав глазури влечет за собой изменение структурно-механических

свойств кондитерского полуфабриката, что повлияет на технологические параметры глазирования.

Цель работы – изучение возможности применения порошка малины в производстве кондитерской глазури для корректировки её пищевой ценности и расширения ассортимента ряда.

Задачи: замена части рецептурного количества сахара на порошок малины; выработка модельных образцов кондитерской глазури с различным количеством порошка малины; проведение органолептических, реологических, физико-химических и микробиологических исследований полученных образцов глазури; разработка фруктовой глазури с использованием порошка малины.

МЕТОДЫ

Объектами исследований служили полученные в лабораторных условиях образцы кондитерской глазури. Контрольный образец, выработанный по унифицированной рецептуре, и опытные образцы глазури с добавлением порошка малины взамен части сахара от 3 до 15 % от рецептурного количества с шагом 2.

Определение органолептических, физико-химических, реологических и микробиологических показателей проводили с помощью следующих методов:

- органолептические показатели порошка малины по МВИ 079-00334675-19 «Методика определения органолептических показателей какао порошков и фруктово-овощных порошков»;

- массовую долю влаги в порошке малины по ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ»;

- жиропоглотельную способность порошка малины по МВИ 080-00334675-19 «Методика определения водопоглощительной и жиропоглощительной способности фруктово-овощных порошков»;

- показатель рН порошка малины по ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности»;

- количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов»;

- количество плесеней и дрожжей по ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Мето-

НАУЧНО ОБОСНОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКА МАЛИНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ГЛАЗУРИ

ды выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов»;

- органолептические показатели глазури по ГОСТ Р 53897-2010 «Глазурь. Общие технические условия»;

- характеристику кристаллизации глазурей по МВИ 065-00334675-18 «Методика определения характеристики кристаллизации продуктов переработки какао-бобов (какао тертое и масло какао) на приборе «MultiTherm»;

- реологические показатели глазурей по методу Кассона на ротационном вискозиметре «RV1» фирмы «ХААКЕ».

- расчет пищевой ценности изделий проводили с использованием Excel 13, с учетом справочных данных содержания нутриентов в отдельных видах сырья [20, 25, 27].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Качество кондитерской глазури напрямую зависит от сырья, рецептуры и технологии. При добавлении в рецептуру нетрадиционных видов сырья необходимо учитывать их органолептические, физико-химические и микробиологические показатели (табл. 1).

Таблица 1 – Органолептические, физико-химические и микробиологические показатели порошка малины

Table 1 - Organoleptic, physico-chemical and microbiologic alparameters of raspberry powder

| Показатель | Порошок малины |
|--------------------------------|--|
| Органолептические показатели: | |
| Внешний вид | Порошок ярко-розового цвета |
| Вкус и аромат | Свойственные продукту, без посторонних привкусов и запахов |
| Консистенция | Однородная, без комочков |
| Физико-химические показатели: | |
| Массовая доля влаги, % | 3,9 |
| Показатель рН | 4,2 |
| Жиропоглотительная способность | 3,1 |
| Микробиологические показатели: | |
| КМАФАнМ, КОЕ/г | $1,5 \times 10^2$ |
| Дрожжи, КОЕ/г | 0 |
| Плесени, КОЕ/г | 0 |

Поскольку массовая доля влаги в глазури составляет 1,5 %, целесообразно использование сырьевых компонентов влажностью 1–10 %. Влажность порошка малины составляет 5 % и входит в оптимальный интервал. Порошок малины характеризуется высокой жиропоглотительной способностью 3,9 %. Значение показателя активной кислотности порошка малины составляет 3,1. По микробиологическим показателям порошок малины соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 [26].

Изучение гранулометрического состава порошка малины показало, что он достаточно однороден, размер частиц наиболее весомой фракции (98,9 %) составляет менее 200 мкм. Более крупные частицы размером от 200 до 500 мкм составляют лишь небольшую часть (1,1 %) от общего числа частиц (рис. 1).

При добавлении нетрадиционного вида сырья в рецептуру глазури необходимо учитывать его влажность, активную кислотность и способность поглощать жир. Для выработок

модельных образцов кондитерской глазури были разработаны рецептурные соотношения с заменой части сахара на различное количество порошка малины (табл. 2).

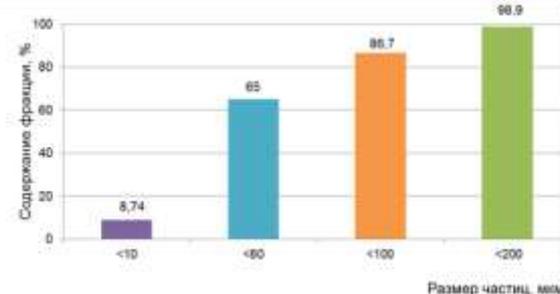


Рисунок 1 – Гранулометрический состав порошка малины

Figure 1 - Granulometric composition of raspberry powder

Таблица 2 – Рецептурные соотношения образцов кондитерской глазури

Table 2 - Formulation ratios of confectionery glaze samples

| Рецептурные компоненты | Расход рецептурных компонентов в % | | | | | | | |
|------------------------|------------------------------------|----------|----|----|----|----|----|----|
| | Контроль | Образец: | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Сахарная пудра | 50 | 47 | 45 | 43 | 41 | 39 | 37 | 35 |
| Какао-порошок | | 17,3 | | | | | | |
| ЗМК лауринового типа | | 32 | | | | | | |
| Порошок малины | 0 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| Эмульгатор | | 0,6 | | | | | | |
| Ванилин | | 0,1 | | | | | | |
| ИТОГО | | 100 | | | | | | |

Органолептическая оценка модельных образцов показала, что добавление в состав кондитерской глазури порошка малины не приводит к изменению цвета готового полуфабриката. Порошок малины в небольших концентрациях придает изделиям легкую приятную фруктовую кислинку. Оптимальные вкусовые характеристики отмечены у образца с содержанием порошка малины в количестве 11 %. Дальнейшее добавление порошка малины приводит к появлению ярковыраженного кислого вкуса (рис. 2).



Рисунок 2 – Профилограмма органолептической оценки кондитерской глазури с различным количеством порошка малины 1 – контрольный образец кондитерской глазури; 2 – 7 %; 3 – 9 %; 4 – 11 %; 5 – 13 %; 6 – 15 %

Figure 2 - Organoleptic evaluation profile of confectionery glaze with different amounts of raspberry powder 1 - control sample of confectionery glaze; 2 – 7 %; 3 – 9 %; 4 – 11 %; 5 – 13 %; 6 – 15 %

Реологические свойства глазури определяет ряд факторов: температура, гранулометрический состав, соотношение жира и высокодисперсной твердой фазы, их природа, процесс химического взаимодействия между твердыми частицами, заменителем масла

какао и поверхностно-активными веществами. Известно, что оптимальным значением предела текучести для глазури является величина $3\div 7$ Па, необходимая для обеспечения процесса покрытия изделий равномерным тонким слоем без технологических трудностей.

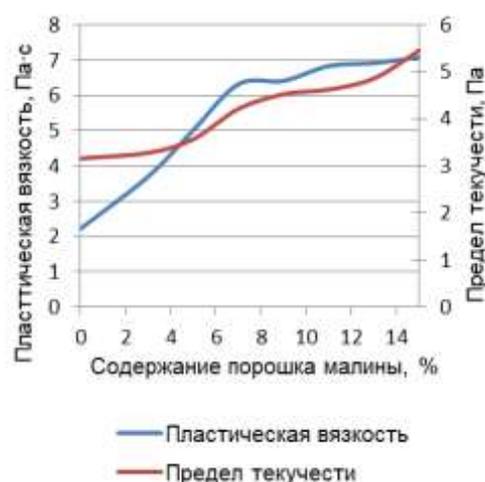


Рисунок 3. – Изменение реологических свойств глазури в зависимости от количества порошка малины

Figure 3 - Change in the rheological properties of the glaze depending on the amount of raspberry powder

Исследовано влияние количества порошка малины на реологические свойства кондитерской глазури (рис. 3). Предел текучести и пластическая вязкость кондитерской глазури возрастали с увеличением содержания порошка малины в ее составе. Предел текучести всех модельных образцов глазури находился в интервале (3,16÷5,46) Па, соответствующему оптимальному диапазону. Увеличение предельного напряжения сдвига глазури при добавлении в нее порошка малины связано с процес-

**НАУЧНО ОБОСНОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКА МАЛИНЫ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ГЛАЗУРИ**

сом активного жиропоглощения, обусловленного наличием большого количества микрокапилляров в нетрадиционном для глазури растительном сырье. По этой причине происходит затруднение скольжения твердых частиц относительно друг друга в процессе измельчения и гомогенизации.

Кристаллизационные свойства глазури – важнейший показатель, оказывающий влияние на технологию ее производства. Изучено влияние количества порошка малины на характеристики кристаллизации (температуру и продолжительность кристаллизации) модельных образцов кондитерской глазури (табл. 3, рис. 4). Добавление в рецептуру кондитерской глазури порошка малины взамен части сахара приводит к изменению кристаллизационных свойств глазури. По мере

увеличения содержания порошка малины температура застывания кондитерского полуфабриката снижается с 28,5 до 27,5 °С при одновременном увеличении продолжительности кристаллизации с 7,4 до 9,3 мин.

Изменения кристаллизационных свойств влечет за собой корректировку процесса охлаждения глазированных изделий.

Установленные закономерности по влиянию порошка малины на реологические и кристаллизационные свойства глазури позволяют управлять технологическим процессом глазирования кондитерских изделий. На основании проведенных исследований выбрали оптимальное количество порошка малины 11 % для разработки рецептуры фруктовой глазури (табл. 4).

Таблица 3 – Характеристики кристаллизации кондитерских глазурей с различным содержанием порошка малины

Table 3 – Crystallization characteristics of confectionery glaze with different raspberry powder content

| Показатели качества | Контроль | Количество порошка малины в глазури, % | | | | | | |
|---|----------|--|------|------|------|------|------|------|
| | | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| Температура начала кристаллизации, T_{min} , °С | 27,4 | 27,3 | 27,0 | 26,7 | 26,4 | 26,1 | 25,9 | 25,7 |
| Время начала кристаллизации, τ_{min} , МИН | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,9 | 5,5 |
| Температура застывания, T_{max} , °С | 28,5 | 28,3 | 28,2 | 28,0 | 27,8 | 27,7 | 27,6 | 27,6 |
| Время кристаллизации, τ_{max} , МИН | 7,4 | 7,7 | 7,9 | 8,2 | 8,5 | 8,7 | 9,0 | 9,3 |

Таблица 4 – Рецепт фруктовой кондитерской глазури

Table 4 - Formulation of fruit confectionery glaze

| Наименование сырья | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 1 кг полуфабриката, г | |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| | | в натуре | в сухих веществах |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Сахарная пудра | 99,85 | 395,6 | 395,0 |
| Какао порошок | 95,0 | 175,5 | 166,7 |
| Замениитель масла какао лауринового типа | 100,0 | 324,6 | 324,6 |
| Порошок малины | 96,1 | 111,6 | 107,2 |

Продолжение таблицы 4

Continuation of Table 4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|------|--------|-------|
| Лецитин соевый | 99,0 | 4,1 | 4,0 |
| Эмульгатор | 99,0 | 1,5 | 1,5 |
| Ванилин | – | 3,0 | – |
| ИТОГО | – | 101,6 | 999,0 |
| ВЫХОД | 99,6 | 1000,0 | 996,0 |

Замена части сахарной пудры на порошок малины привела к снижению на 22 % рецептурного количества сахара, а также способствовала повышению пищевой ценности полуфабриката: доля пищевых волокон возросла в 1,5 раза и составила 9,4 г на 100 г кондитерского полуфабриката, что позволяет согласно ТР ТС 022/2011 маркировать разработанную глазурь как продукт с высоким содержанием пищевых волокон (табл.5).

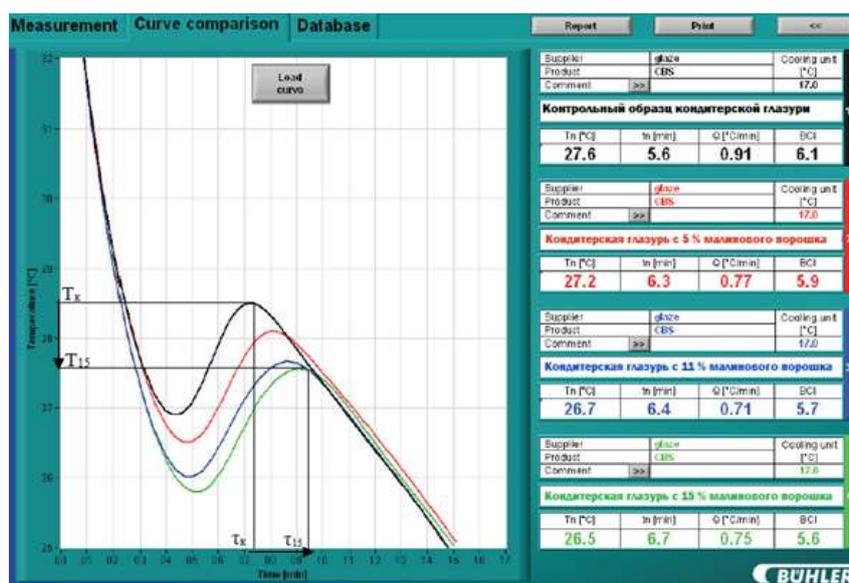


Рисунок 4 – Кинетика процесса структурирования кондитерской глазури с различным количеством порошка малины (T_k – температура застывания контрольного образца; T_{15} – температура застывания кондитерской глазури с 15 % порошка малины; τ_k – продолжительность кристаллизации контрольного образца; τ_{15} – продолжительность кристаллизации кондитерской глазури с 15 % порошка малины)

Figure 4 - Kinetics of the process of structuring confectionery glaze with different amounts of raspberry powder (T_k - the freezing point of the control sample; T_{15} - the freezing point of confectionery glaze with 15% raspberry powder; τ_k - the duration of crystallization of the control sample; τ_{15} - the duration of crystallization of confectionery glaze with 15% raspberry powder)

Таблица 5 – Пищевая ценность кондитерских глазурей
Table 5 - Nutritional value of confectionery glazes

| Нутриенты | Содержание пищевых веществ, г/100 г глазури | | Изменение содержания нутриентов, % |
|-------------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|
| | Кондитерская глазури | Фруктовая кондитерская глазури | |
| Энергетическая ценность, ккал | 536 | 529 | -1,3 |
| Органические соединения, г: | | | |
| белки | 4,2 | 4,7 | +11,9 |
| жиры | 32,2 | 32,6 | +1,2 |
| углеводы | 51,8 | 47,5 | -8,3 |
| Пищевые волокна, г | 6,1 | 9,4 | +53,9 |
| Минеральные вещества, мг: | | | |
| калий (K) | 261 | 411 | +57,5 |
| магний (Mg) | 74 | 89 | +20,3 |
| кальций (Ca) | 22 | 49 | +122,7 |
| фосфор (P) | 113 | 138 | +22,1 |
| железо (Fe) | 3,8 | 4,6 | +21,1 |
| Витамины, мг: | | | |
| тиамин (B ₁) | 0,02 | 0,03 | +50 |
| рибофлавин (B ₂) | 0,04 | 0,07 | +75 |
| ниацин (PP) | 0,31 | 0,72 | +132 |
| аскорбиновая кислота (C) | - | 16,85 | - |

НАУЧНО ОБОСНОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКА МАЛИНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ГЛАЗУРИ

В соответствии с ТР ТС 022/2011 разработанная фруктовая кондитерская глазурь является источником витамина С (28 % от среднесуточной нормы потребления / 100 г) и следующих минеральных веществ: магния (22,3 % от среднесуточной нормы потребления / 100 г), фосфора (17,2 % от среднесуточной нормы потребления / 100 г) и железа (32,9 % от среднесуточной нормы потребления / 100 г).

Добавление порошка малины не только способствует повышению пищевой ценности глазури, но и придает ей мультисенсорные свойства: мягкие гармоничные фруктовые ноты наряду с терпкостью и насыщенностью какао-продуктов.

ВЫВОДЫ

Разработана рецептура фруктовой кондитерской глазури с заменой части сахара на порошок малины, что способствует повышению пищевой ценности полуфабриката: доля пищевых волокон возросла в 1,5 раза и составила 9,4 г на 100 г кондитерского полуфабриката, что позволяет согласно ТР ТС 022/2011 маркировать разработанную глазурь как продукт с высоким содержанием пищевых волокон. Изучено влияние добавления порошка малины (3–15 %) на органолептические, реологические и кристаллизационные свойства кондитерской глазури. Оптимальные вкусовые характеристики отмечены у образца с содержанием порошка малины в количестве 11 %. Изделие приобретает мультисенсорные свойства: гармоничное сочетание фруктовых нот с насыщенным и терпким вкусом какао-продуктов. Изучено влияние количества порошка малины на реологические свойства кондитерской глазури. Предел текучести глазури возрастает по мере увеличения количества добавленного порошка (3,16÷5,46) Па. Исследовано изменение кристаллизационных свойств глазури: температура застывания кондитерского полуфабриката снижается с 28,5 до 27,5 °С; продолжительность кристаллизации увеличивается с 7,4 до 9,3 мин. Установленные закономерности позволяют управлять технологическим процессом глазирования кондитерских изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р // Собр. Законодательства РФ. – 2016. – № 28. – Ст. 4758.

2. Изучение технологической адекватности сырьевых компонентов, используемых в производстве шоколадного полуфабриката / Н.В. Линовская [и др.] // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2019. – 22 (3). – С. 404–412. – <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-3-404-412>.

3. Кондратьев, Н.Б. Оценка качества кондитерских изделий. Повышение сохранности кондитерских изделий. – Москва : Перо, 2015. – 250 с.

4. Beckett, S.T. (2018). The science of chocolate. Royal Society of Chemistry. – 814 p.

5. Смирнова, М.К. Рецептуры на шоколад, шоколадные изделия и порошок какао; под ред. М.К. Смирновой. – Москва : Пищевая промышленность, 1968. – 153 с.

6. Sugar reduction and wider reformulation programme: Report on progress towards the first 5 % reduction and next steps / prepared by: A. Tedstone [et al.]. – London : Public Health England, 2018. – 101 p.

7. ГОСТ Р 53897–2010. Глазурь. Общие технические условия: введ. 2010-10-15. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 10 с.

8. Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values / M. Tańska [et al.] // Plant Foods for Human Nutrition. – 2016. – № 71 (3). – P. 307–313. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0561-6>.

9. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий / И.А. Бакин [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – № 45 (2). – С. 5–12.

10. Gomes, M., Martinez, M.M. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2018. – № 58(13). – P. 2119–2135. – <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>.

11. Kirbaş, Z., Kumcuoglu, S., Tavman, S. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties // Journal of Food Science and Technology. – 2019. – № 56(2). – P. 914–926. – <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>.

12. Зайцева, И.И., Шеламова, С.А., Дерканова, Н.М. Влияние выжимок из тыквы на процесс ферментации теста для крекера // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – № 49(3). – С. 470–478. – <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-470-478>.

13. Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies development of functional cookies / Theagarajan, R. [et al.] // International Journal of Food Science and Technology. – 2019. – № 54(4). – P. 1299–1305. – <https://doi.org/10.1111/ijfs.14119>.

14. Алексеенко, Е.В., Быстрова, Е.А., Бакуменко, О.Е. Применение сублимированного порошка брусники при изготовлении мучных кондитерских изделий // Пищевая промышленность. – 2019. – № 5. – С. 18–21. – <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10065>.

15. Табаторович, А.Н., Резниченко, И.Ю. Обоснование рецептур и оценка качества желей-ного мармелада на основе настоя лепестков розеллы (*Hibiscus Sabdariffa* L.) // Пищевая промышленность. – 2019. – № 5. – С. 66–71. – <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10075>.

16. Влияние кавитационной обработки плодовоощного сырья на органолептические показатели кондитерских изделий / О.С. Руденко [и др.] // Все о мясе. – 2020. – № 5 (S). – С. 304–308. – <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-5S-304-308>.

17. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace / K. Alba [et al.] // Food Hydrocolloids. – 2018. – № 81. – P. 398–408. – <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.023>.

18. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace / A.-M. Reißner [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2019. – № 99 (3). – P. 1284–1293. – <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>.

19. Биологически активные вещества порошков из плодов барбариса и калины / Г.Н. Дубцова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – № 51(4). – P. 779–783. – <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-779-78>.

20. Скурихин, И.М., Тутельян, В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. – Москва : ДеЛипринт, 2007. – 275 с.

21. Ali, M.R., Mohamed, R.M., Abdelmaksoud, T.G. Functional strawberry and red beetroot jelly candies rich in fibers and phenolic compounds // Food systems. – 2021. – 4(2). – P. 82–88. – <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-82-88>.

22. Rao, A.V., Snyder, D.M. Raspberries and human health // J. Agric. Food Chem. – 2010. – № 58 (7). – P. 3871–3883. – <https://doi.org/10.1021/jf903484g>.

23. Çekiç, Ç., Özgen, M. Comparison of antioxidant capacity and phytochemical properties of wild and cultivated red raspberries (*Rubus idaeus* L.) // J. Food Compos. Anal. – 2010. – № 23 (6). – P. 540–544. – <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.07.002>.

24. Burton-Freeman, B.M., Sandhu, A.K., Edirisinghe, I. Red raspberries and their bioactive polyphenols: cardiometabolic and neuronal health links // Adv. Nurt. – 2016. – № 7 (1). – P. 4465. – <https://doi.org/10.3945/an.115.009639>.

25. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. – Москва : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.

26. ТР ТС 021/2011 Технического регламента таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: принят решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880. – Москва : Изд-во стандартов, 2011. – 242 с.

27. ТР ТС 022/2011 Технического регламента таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки»: принят решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 881. – Москва : Изд-во стандартов, 2011. – 29 с.

28. Скурихин, И.М., Тутельян, В.А. Химический состав российских продуктов питания: Справочник. – Москва : ДеЛипринт, 2002. – 236 с.

Информация об авторе

Э. В. Мазукабзова – научный сотрудник Технологического отдела Всероссийского научно-исследовательского института кондитерской промышленности – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН.

REFERENCES

1. Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation No. 1364-r of June 29, 2016 // *Sobr. Legislation of the Russian Federation*. 2016. No. 28. St. 4758.

2. Linovskaya, N.V., Mazukabzova, E.V., Kondratiev, N.B. & Krylova, E.N. (2019). The study of the technological adequacy of raw materials used in the production of chocolate semi-finished product. *Bulletin of the Moscow State Technical University. Proceedings of the Murmansk State Technical University*, 22 (3), 404-412. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-3-404-412>. (In Russ.).

3. Kondratiev, N.B. (2015). Evaluation of the quality of confectionery products. Improving the safety of confectionery products. Moscow: Pero. (In Russ.).

4. Beckett, S.T. (2018). *The science of chocolate*. Royal Society of Chemistry.

5. Smirnova, M.K. (1968). *Recipes for chocolate, chocolate products and cocoa powder*; edited by M.K. Smirnova. Moscow : Food Industry. (In Russ.).

6. Tedstone, A., Coulton, V., Targett, V., Bennett, A., Sweeney, K., Morgan, K., Clegg, E., Robinson, M., Dowd, L., Knowles, B., Owtram, G & Perkins, C. (2018). *Sugar reduction and wider reformulation programme: Report on progress towards the first 5 % reduction and next steps* London: Public Health England.

7. Glaze. *General technical conditions*. (2011). ГОСТ Р 53897–2010: from 15 Oct. 2010. Moscow : Standards Publishing House. (In Russ.).

8. Tańska, M., Roszkowska, B., Czaplicki, S., Borowska, E.J., Bojarska, J. & Dąbrowska, A. (2016). Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71 (3), 307-313. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0561-6>.

9. Bakin, I.A., Mustafina, A.S., Vechtomova, E.A. & Kolbina, A.Yu. (2017). The use of secondary resources of fruit raw material in technology of confectionery and bakery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, 45(2), 5-12. (In Russ.).

10. Gomes, M. & Martinez, M.M. (2018). Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical*

НАУЧНО ОБОСНОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОШКА МАЛИНЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ГЛАЗУРИ

Reviews in Food Science and Nutrition, 58(13), 2119-2135. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>.

11. Kirbaş, Z., Kumcuoglu, S. & Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 914-926. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>.

12. Zaitseva, I.I., Shelamova, S.A. & Derkanosova, N.M. (2019). Effect of pumpkin husks on cracker dough fermentation. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(3), 470-478. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-470-478>. (In Russ.).

13. Theagarajan, R., Malur Narayanaswamy, L., Dutta, S., Moses, J.A. & Chinnaswamy, A. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies development of functional cookies. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1299-1305. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14119>.

14. Alekseenko, E.V., Bystrova, E.A. & Bakumenko, O.E. (2019). The application of freeze-dried cranberry powder in the flour confectionery production. *Food Industry*, 5, 18-21. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10065>. (In Russ.).

15. Tabatorovich, A.N. & Reznichenko, I.Yu. (2019). Rationale for the formulations and quality assessment of jelly marmalade based on roselle infusion (*Hibiscus Sabdariffa* L.). *Food Industry*, 5, 66-71. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10075>. (In Russ.).

16. Rudenko, O.S., Pesterev, M.A., Taleysnik, M.A., Kondratyev, N.B. & Sakellari, A.D. (2020). Study of the influence of wheat leather "grantum" on the quality and safety of bakery products. *All about meat*, 5 (S), 304-308. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2020-5S-304-308>. (In Russ.).

17. Alba, K., MacNaughtan, W., Laws, A.P., Foster T.J., Campbell, G.M. & Kontogiorgos, V. (2018). Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. *Food Hydrocolloids*, 81, 398-408. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.023>.

18. Reißner, A.-M., Al-Hamimi, S., Quiles, A., Schmidt, C., Struck, S. & Hernando, I. (2019). Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 1284-1293. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>.

19. Dubtsova, G.N., Lomakin, A.A., Kusova, I.U., Bulannikova, E.I. & Bystrov, D.I. (2021). Biologically active substances from powdered barberry and viburnum. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51(4), 779-783. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-779-78>. (In Russ.).

20. Skurihin, I.M. & Tutel'yan, V.A. (2007). *Chemical composition of Russian food products: Handbook*. Moscow : DeLiprint. (In Russ.).

21. Ali, M.R., Mohamed, R.M. & Abdelmaksoud, T.G. (2021). Functional strawberry and red beetroot jelly candies rich in fibers and phenolic compounds. *Food systems*, 4(2), 82-88. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-82-88>.

22. Rao, A.V. & Snyder, D.M. (2010). Raspberries and human health. *J. Agric. Food Chem.*, 58 (7), 3871-3883. <https://doi.org/10.1021/jf903484g>.

23. Çekiç, Ç. & Özgen, M. (2010). Comparison of antioxidant capacity and phytochemical properties of wild and cultivated red raspberries (*Rubus idaeus* L.). *J. Food Compos. Anal.*, 23 (6), 540-544. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.07.002>.

24. Burton-Freeman, B.M., Sandhu, A.K. & Edirisinghe, I. (2016). Red raspberries and their bioactive polyphenols: cardiometabolic and neuronal health links. *Adv. Nurt.*, 7 (1), 4465. <https://doi.org/10.3945/an.115.009639>.

25. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation. (2009). *Methodological recommendations*: Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. (In Russ.).

26. Technical regulations of the Customs Union. About food safety. (2011). TR TS No. 021/2011 from December 9, 2011. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).

27. Technical regulations of the Customs Union. Food products in terms of their labeling. (2011). TR TS No. 022/2011 from December 9, 2011. Moscow : Standards Publishing House. (In Russ.).

Information about the author

E. V. Mazukabzova - Research Associate of the Technology Department All-Russian Scientific-Research Institute of Confectionery Industry - Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 663.8:663.25:634.8:634.18

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.009

 EDN: AUODNH

ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЦЕПТУР ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДОСОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ АМУРСКОГО ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ МИКРОВИНОДЕЛИЯ

Антон Станиславович Руденко ¹, Оксана Михайловна Завалишина ²,
Наталья Кирилловна Шелковская ³

¹ Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия
antonio.rudenko@mail.ru

² Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
zoks16@yandex.ru

³ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия
shelk49@mail.ru

Аннотация. Разработаны оптимальные купажные варианты виноградо-содержащего напитка с добавлением виноматериала черноплодной рябины. Технологическая новизна исследования заключается в разработке нового виноградо-содержащего напитка, созданного из виноматериала винограда вида *V. Amurensis Rupr.* с добавлением плодового виноматериала рябины черноплодной. Представлены результаты приготовления оптимальных купажных вариантов и контроля биохимического состава виноматериалов. Виноградные и плодовые виноматериалы изготавливали методом микровиноделия с использованием культуры активных сухих дрожжей, путём теплой мацерации ягод. Получены полусладкие виноградо-содержащие купажные варианты напитков с содержанием объемной доли спирта не более 10 % об., накоплением летучих кислот менее ПДК и присутствием среднего уровня витамина С в вариантах с содержанием винограда вида *Amurensis Rupr.* 0,49–1,26 мг/100г.

Ключевые слова: виноматериалы, амурский виноград, вино, органическая продукция, сухие активные дрожжи, переработка винограда, биохимический состав, витамин С, купажи, виноградо-содержащий напиток.

Для цитирования: Руденко А. С., Завалишина О. М., Шелковская Н. К. Выявление оптимальных рецептур органического виноградо-содержащего напитка на основе амурского винограда в условиях микровиноделия // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 78–85. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.009. EDN: <https://elibrary.ru/AUODNH>.

IDENTIFICATION OF OPTIMAL FORMULATIONS ORGANIC GRAPE-CONTAINING BEVERAGE BASED ON AMUR GRAPES IN LABORATORY WINEMAKING

Anton S. Rudenko¹, Oksana M. Zavalishina², Natalya K. Shelkovskaya³

¹ Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilova, Saratov, Russia
antonio.rudenko@mail.ru

² Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia
zoks16@yandex.ru

³ Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia
shelk49@mail.ru

Abstract. Optimal blending versions of the grape-containing beverage with the addition of chokeberry wine material have been developed. The technological novelty of the study lies in the development of a new grape-containing drink created from the wine material of the *V. amurensis Rupr* grape. With the addition of ground wine material chokeberry. The results of preparation of optimal blending variants and control of biochemical composition of wine materials are presented. Grape and fruit wine materials were made by the microvinemaking method using a culture of active dry yeast, by warm maceration of berries. Semi-sweet grape-containing blending versions of beverages with alcohol volume fraction content of not more than 10 % vol., accumulation of volatile acids less than MAC and presence of average level of vitamin C in versions with grape content of *AmurensisRupr* species are obtained. 0.49-1.26 mg/100g.

Keywords: wine materials, Amur grapes, wine, organic products, dry active yeast, grape processing, biochemical composition, vitamin C, blends, grape-containing drink.

For citation: Rudenko, A.S., Zavalishina, O.M. & Shelkovskaya, N.K. (2022). Identification of optimal formulations organic grape-containing beverage based on amur grapes in laboratory winemaking. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 78-85. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.009. EDN: <https://elibrary.ru/AUODNH>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время винодельческая промышленность способна расширить рынок сбыта качественной экологически чистой продукции, путём применения в технологии производства винных напитков, экономически выгодного местного виноградного сырья [8, 9].

Винодельческая продукция имеет в своем составе ряд полезных веществ, благоприятно воздействующих на иммунитет организма. Такими веществами являются «органические кислоты, микроэлементы, витамины, ферменты и другие биологически активные вещества, которые обладают терапевтическими и диетическими свойствами» [10].

В результате вступления в силу Федерального закона от 18.12.2019 г. № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в РФ» [1], разрешено производство виноградных напитков с добавлением плодовых виноматериалов, «в тоже время, в большинстве климатических зон России имеются достаточно большие площади насаждений плодового и ягодного сырья, пригодного для *POLZUNOVSKIY VESTNIK № 4, T.1 2022*

производства этой категории вин» [9].

Для получения продукции с заданными показателями качества необходим поиск новых сортов винограда, что стимулирует научно-селекционные питомники университетов вести селекционную работу в этом направлении.

Актуально-перспективной сферой является выращивание и переработка зимостойких не укрывных сортов и сортообразцов винограда, выведенных на основе вида *Vitis amurensis Rupr.*, устойчивых к основным вредителям и болезням.

Целью исследования является разработка рецептур виноградо-содержащих напитков с использованием амурского винограда. Для достижения цели поставлены задачи:

1. Оценить качество виноградного сырья для переработки.
2. Исследовать виноматериалы по основным физико-химическим показателям после кратковременного и длительного хранения.
3. Отобрать оптимальные купажные варианты по физико-химическим и органолептическим показателям.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в 2019–2020 гг. в лаборатории Алтайского ГАУ.

Объекты исследования: свежесброженный и выдержанный виноматериал рябины черноплодной, виноград сортов: Тукай, Савраска белый, Королева Парижа, Бийская роза и амурский виноград.

Физико-химические исследования проведены в 2-х кратной повторности стандартными методами в соответствии с ГОСТ: 56637-2015 [2], 31782-2012 [3], 31729-2015 [4], 32095-2013, 32001-2012, 32114-2013, 13192-73, 24556-89, 7047-55 [5], 52523-2006.

Исходным сырьём для производства вина являются плоды сортов винограда и рябины черноплодной, обладающие наиболее высоким накоплением сахаров, фенольных и экстрактивных веществ. Виноматериалы винограда сортов Савраска, Королева Парижа, Бийская роза, Тукай, которые имеют среднюю кислотность согласно ГОСТ 31729-2015 (не менее 3,5 г/дм³). Для повышения кислотности необходимо купажировать низкокислотные виноматериалы с высококислотным виноградным сброженным соком или повышать кислотность биологическим и химическим методами. В качестве высококислотного винограда подобран вид винограда Амурский.

Сбор плодов рябины черноплодной и ягод винограда осуществляли в пластиковую тару объемом по 15 кг навалом ягоды каждого сорта. Транспортировка плодов до места переработки осуществлялась в открытых ёмкостях. После доставки сырья на производство произведен приём и оценка качества сырья. Прием сырья проводился по ГОСТ 31782-2012.

Сравнивая требования стандарта с качеством сырья, выявлено, что ягоды чистые, свежие, здоровые грозди соответствуют ампелографическим сортам. Вкус и аромат, характерный для сортов в стадии технической зрелости, без посторонних запахов и/или привкусов. Примеси других сортов не выявлено. Массовая доля раздавленных ягод 10 %, поврежденных болезнями и вредителями – 5 %, что соответствует требованиям стандарта.

Приготовление виноматериалов из свежих ягод рябины черноплодной проводилось в условиях микровиноделия согласно «Основным правилам, технологическим инструкциям и нормативным материалам по производству винодельческой продукции» [6, 7]. Приготовление виноградных виноматериалов проводилось по основным технологическим операциям: гребнеотделения ягод винограда, дробления, прессования мезги, отделение сусла самотёком.

Таблица 1 – Биохимические показатели виноматериалов после 2 и 4 месяцев хранения

Table 1 - Biochemical parameters of wine materials after 2 and 4 months of storage

| Наименование культуры, сорта | Относит. плот-ть, г/100 см ³ | Титр.кисл-ть, г/дм ³ | Объемная доля спирта, % об. | Общий сахар, г/100см ³ | PCB ¹ , % | Витамин С, мг/100г | pH, (ед.) | Летучие кислоты, г/дм ³ |
|--------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|-----------|------------------------------------|
| виноград сорт Савраска | 0,995 | 3,9 | 8,0 | 0,2 | 5,1 | 1,25 | 4,7 | 0,33 |
| | 0,994 | 3,5 | 7,6 | 0,2 | 5,2 | 1,23 | 4,3 | 0,30 |
| виноград сорт Тукай | 0,990 | 3,9 | 9,8 | 0,2 | 5,7 | 1,66 | 4,3 | 0,26 |
| | 0,990 | 3,6 | 9,0 | 0,2 | 6,2 | 1,62 | 4,4 | 0,13 |
| виноград сорт Королева Парижа | 0,992 | 5,8 | 9,0 | 0 | 5,3 | 1,25 | 3,9 | 0,26 |
| | 0,992 | 6,1 | 9,0 | 0 | 5,8 | 1,24 | 3,9 | 0,30 |
| виноград сорт Бийская роза | 0,992 | 6,5 | 9,4 | 0,2 | 5,6 | 1,66 | 3,9 | 1,15 |
| | 0,991 | 6,8 | 9,0 | 0,2 | 5,2 | 1,66 | 3,9 | 1,05 |
| виноград вид Амурский | 0,997 | 13,4 | 10,6 | 0,8 | 6,1 | 10,82 | 3,5 | 0,26 |
| | 0,995 | 12,7 | 9,6 | 0,4 | 6,3 | 3,56 | 3,2 | 0,10 |
| рябина черноплодная | 1,030 | 7,37 | 5,4 | 5,0 | 11,3 | 4,58 | 3,8 | 0,22 |
| | 1,025 | 7,4 | 4,6 | 5,0 | 10,8 | 4,57 | 3,7 | 0,20 |

Примечание: – 2 месяца хранения – 4 месяца хранения; PCB – растворимые сухие вещества; (ед.) – единица

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЦЕПТУР ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДОСОДЕРЖАЩЕГО
НАПИТКА НА ОСНОВЕ АМУРСКОГО ВИНОГРАДА
В УСЛОВИЯХ МИКРОВИНОДЕЛИЯ**

Применено настаивание сусла на мезге при невысокой температуре для обогащения сусла ароматическими, полифенольными и другими биологически активными веществами, экстрагируемыми из кожицы и мякоти ягод. Брожение виноградного и плодового сусел проведено при температуре 18–25 °С, с применением чистой культуры дрожжей расы France Super Start и метабисульфита калия в дозировке 75 мг/см³ для предотвращения окислительных процессов. По окончании брожения винои материалы декантировали в герметично-укупоренную стеклянную тару и ставили на длительное хранение в холодильную камеру в течение 2–4–6 месяцев при температуре от 0 до –1 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По истечении 2 и 4 месяцев хранения проведен контроль за биохимическими изменениями состава винои материалов.

Лабораторный контроль указан в таблице 1.

В процессе хранения отмечено умень-

шение титруемой кислотности в двух светлоокрашенных виноградных винои материалах сортов Савраска и Тукай на 0,3–0,5 г/дм³, в амурском винои материале снижение на 0,7 г/дм³. В винои материале сорта Королева Парижа и Бийская роза кислотность увеличилась на 0,3 г/дм³. Кислотность винои материала из рябины черноплодной незначительно увеличилась. Значения титруемой кислотности соответствуют значениям рН. Содержание сахара в светлоокрашенных винои материалах и рябине черноплодной осталось на прежнем уровне. В винои материале амурского винои града отмечено снижение остаточного сахара до 0,4 г/100 см³. В виноградных винои материалах количество растворимых сухих веществ увеличилось в пределах от 0,1 до 1,5 %, в винои материале сорта Бийская роза наблюдается снижение на 0,4 % и в плодовом материале рябины на 1,5 %. Уровень летучих кислот соответствует требованиям ГОСТ 32001-2012 (не более 1,20 г/дм³).

Таблица 2 – Изменение биохимического состава после 4 и 6 месяцев выдержки

Table 2 - Change in biochemical composition after 4 and 6 months of exposure

| Наименование культуры, сорта | Срок хранения | Относит. плот-ть, г/100 см ³ | Титр. кислот-ть, г/дм ³ | Объемная доля спирта, % об. | РСВ, % | Вита-мин С, мг/100 г | рН, (ед.) | Летучие кислоты, г/дм ³ |
|--------------------------------------|---------------|---|------------------------------------|-----------------------------|--------|----------------------|-----------|------------------------------------|
| виноград сорт Савраска | 4 мес. | 0,994 | 3,5 | 7,6 | 5,2 | 1,23 | 4,3 | 0,30 |
| | 6 мес. | 0,994 | 3,0 | 10,0 | 5,8 | 5,01 | 4,5 | 0,20 |
| виноград сорт Тукай | 4 мес. | 0,990 | 3,6 | 9,0 | 6,2 | 1,62 | 4,4 | 0,13 |
| | 6 мес. | 0,990 | 3,7 | 11,2 | 5,2 | 4,22 | 4,4 | 0,22 |
| виноград сорт Королева Парижа | 4 мес. | 0,992 | 6,2 | 9,0 | 5,8 | 1,24 | 3,9 | 0,30 |
| | 6 мес. | 0,992 | 5,4 | 10,0 | 5,2 | 3,02 | 3,9 | 0,23 |
| виноград сорт Бийская роза | 4 мес. | 0,991 | 6,8 | 9,0 | 5,2 | 1,66 | 3,9 | 1,1 |
| | 6 мес. | 0,991 | 5,9 | 10,0 | 5,2 | 3,42 | 4,0 | 1,0 |
| виноград вид Амурский | 4 мес. | 0,995 | 12,7 | 9,6 | 6,3 | 3,56 | 3,2 | 0,10 |
| | 6 мес. | 1,000 | 12,1 | 10,0 | 6,0 | 12,56 | 3,4 | 0,20 |
| рябина черноплодная | 4 мес. | 1,025 | 7,4 | 4,6 | 10,8 | 4,57 | 3,7 | 0,20 |
| | 6 мес. | 1,024 | 6,0 | 9,6 | 12,2 | 17,7 | 3,8 | 0,33 |

Примечание: – 4 месяца хранения – 6 месяцев хранения; РСВ – растворимые сухие вещества; (ед.) – единица.

Содержание спирта в процессе хранения варьируется от 0,2–0,4 % об. Максимальное увеличение содержания спирта наблюдается у амурского винои града на 1,0 % об., мини-

мальное у черноплодной рябины 0,8 % об. Максимальная относительная плотность отмечена в материале амурского винои града и рябины черноплодной 0,997 и 1,030 ед. соот-

ветственно. Минимальная плотность светлоокрашенных сортов в пределах 0,990–0,995 ед. В процессе хранения отмечено помутнение и изменение цвета виноматериалов амурского и сорта Бийская роза, что указывает на окислительные процессы во время выдержки виноматериалов.

По окончании хранения виноградных и плодового виноматериалов проведен физико-химический контроль, указанный в таблице 2.

При длительном хранении в виноматериале сорта Савраска отмечено увеличение растворимых сухих веществ. В других образцах наблюдается уменьшение содержания растворимых сухих веществ в пределе 0,3 до 1,0 %. Объемная доля спирта во всех виноматериалах повысилась с 0,4 до 2,2 % об. В плодном виноматериале наблюдается максимальное увеличение доли спирта до 5,0 % об. Снижение уровня содержания летучих кислот в светлоокрашенных виноматериалах на 0,1 г/дм³ и увеличение их в амурском и плодном виноматериалах не превышает нормируемых требований. В процессе хранения относительная плотность виноматериалов изменился незначительно.

Уровень pH коррелирует с показателем титруемых кислот. Так, в виноматериалах сортов Королева Парижа, Бийская роза и амурского винограда содержание титруемых кислот снизилось на 0,8; 0,9 и 0,4 г/дм³ соответственно. Также снизилась кислотность плодового материала рябины черноплодной на 1,4 г/дм³.

Вероятно, за счет увеличения времени хранения и длительного действия восстановительных процессов в виноматериалах наблюдается увеличение уровня витамина С в светлоокрашенных виноматериалах с 1,76 до 3,78 мг/100 г. Максимальное увеличение содержания произошло в темноокрашенных виноматериалах. В рябине черноплодной составило 9,0 мг/100 г, у амурского винограда – 13,13 мг/100 г.

После длительного хранения проведен процесс декантации виноматериалов с осадка и осветления с целью достижения прозрачности.

Для разработки соотношений виноматериалов виноградосодержащего напитка необходим ГОСТ 31729-2015.

В нем «виноградосодержащие напитки из виноградного сырья – пищевая алкогольная винодельческая продукция, которая произведена не менее чем на 50 процентов из вина, крепленого вина, виноградного суслу с использованием сахарозы, цветочных и ароматизирующих добавок, иных пищевых добавок и продуктов, в том числе воды, натуральная объемная доля этилового спирта, в которой находится в диапазоне от 1,5 до 14,5 процента» [1].

Купажирование плодовых и виноградных виноматериалов проводили в две стадии. Первая стадия включала в себя смешивание светлоокрашенных низкокислотных виноматериалов с темноокрашенным плодным черноплодно-рябиновым виноматериалом. Примерные соотношения купажей отражены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема соотношений виноматериалов

Picture 1 - Scheme of ratios of wine materials

Подобно рисунку 1 составлены купажи № 1–5 в определенных соотношениях. Оптимальными купажными вариантами по органо-

лептическим показателям оказались купажи № 1.2, 1.1, 2.2, 2.6, 2.1, 2.5, 4.5, 4.4.

ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЦЕПТУР ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДОСОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ АМУРСКОГО ВИНОГРАДА В УСЛОВИЯХ МИКРОВИНОДЕЛИЯ



Рисунок 1.2 – Цветовые различия купажных вариантов

Figure 1.2 - Color differences blending options

Купажи № 5 из-за повышенной кислотности были переведены во вторую стадию купаживания с менее кислотными виноматериалами.

Купажи № 5.5–5.9 были отобраны для второго купаживания с низкокислотными виноматериалами белых сортов винограда.

Таблица 3 – Купажирования купажей №5 с низкокислотными виноматериалами

Table 3 - Blending of blends No. 5 with low-acid wine materials

| Соотношение виноматериалов | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|--------------|-----|-------|------------|--------------|
| 5.1 | 25:25 | 6.1 | 25:25 | 7.1 | 25:25 | 8.1 | 25:25 |
| 5.2 | 20:30 | 6.2 | 20:30 | 7.2 | 20:30 | 8.2 | 20:30 |
| 5.3 | 15:35 | 6.3 | 15:35 | 7.3 | 15:35 | 8.3 | 15:35 |
| 5.4 | 10:40 | 6.4 | 10:40 | 7.4 | 10:40 | 8.4 | 10:40 |
| 5.5 | 5:45 | 6.5 | 5:45 | 7.5 | 5:45 | 8.5 | 5:45 |

Примечание: купажи 5 – № 5 × сорт Савраска, купажи 6 – № 5 × сорт Тукай, купажи 7 – № 5 × сорт Бийская роза, купажи 8 – № 5 × сорт Королева Парижа.

По результатам дегустации отобраны оптимальные купажи по благоприятному балансу вкусовых, ароматических и физических свойств: 5.5.4, 5.5.2, 5.6.2, 5.8.5, 5.8.4.

В данных купажах после производственного купаживания были определены основные биохимические показатели, которые отражены на рисунке 3.



Рисунок 2 – Готовые купажные варианты

Picture 2 - Finished blending options

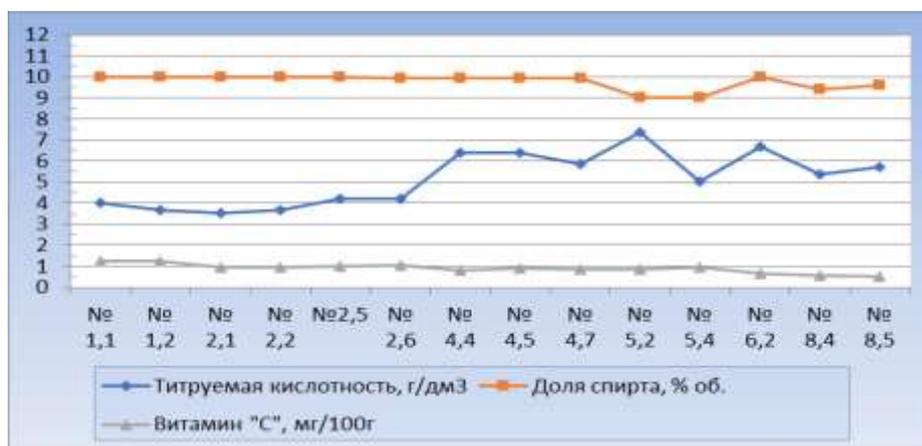


Рисунок 3 – Физико-химические показатели оптимальных купажей

Figure 3 - Physical and chemical parameters of optimal blends

По результатам анализов физико-химического состава оптимальных купажей на графике показано, что титруемая кислотность купажей установилась на уровне от 3,52–8,04 г/дм³, что соответствует требованиям ГОСТ 31729-2015 (не менее 3.5 г/дм³). В тройных купажах содержание спирта установилось в пределах 9,0–10,0 % об. В двойных купажах содержание спирта приблизилось к уровню 9,92–9,99 % об.

В двойных купажах наличие витамина С установилось на уровне 0,81–1,26 мг/100 г. Максимальное количество отмечено в купаже № 1.2 – 1,26 мг/100 г. Минимальное содержание в купаже № 4.4 – 0,81 мг/100 г. В тройных купажах с содержанием винограда вида *Amurensis* Rupr. количество витамина С на порядок ниже – 0,49–0,94 мг/100г.

ВЫВОДЫ

1. При оценке качества ягод перед переработкой винограда не выявлено отклонений. Поступившее сырье полностью соответствует требованиям ГОСТ 31782-2012.

2. Контроль кратковременного хранения показал снижение титруемой кислотности в виноматериалах сортов Савраска, Тукай и амурского винограда, увеличение кислотности произошло в виноматериалах сортов Королева Парижа, Бийской розы и рябины черноплодной.

В результате длительной выдержки в виноматериалах сортов Королева Парижа, Бийская роза, амурского винограда и плодового материала рябины черноплодной содержание титруемых кислот снизилось на 0,8; 0,9; 0,4 и 1,4 г/дм³ соответственно. Все виноградные виноматериалы выброжены практически насухо – 0–0,4 г/100 г. Исключение составил виноматериал рябины черноплодной с остаточным сахаром 5 г/100 г. Уровень летучих кислот соответствует уровню ГОСТ 32001-2012 (не более 1,20 г/дм³). Накопление спирта в соответствии с нормируемыми требованиями – не менее 8,5 и не более 15 % об. Исключение – виноматериалы сорта Савраска – 7,6 % об. и рябины черноплодной – 4,6 % об. При увеличении времени хранения виноматериалов за счет восстановительных реакций произошло увеличение содержания витамина С в светлоокрашенных виноматериалах с 1,76 по 3,78 мг/100 г. Максимальное увеличение содержания отмечено в темноокрашенных виноматериалах: рябины черноплодной составило 9,0 мг/100 г, амурском винограде – 13,13 мг/100 г.

3. По результату органолептической дегустации отобраны двойные купажи – 1.2, 1.1, 2.2, 2.1, 2.6, 2.5, 4.5, 4.4; тройные купажи – 5.5.4, 5.5.2, 5.6.2, 5.8.5, 5.8.4. По результату анализа физико-химического состава титруемая кислотность купажей соответствует требованиям ГОСТ 31729-2015 (не менее 3.5 г/дм³).

Все варианты виноградосодержащих купажей являются столовыми, что соответствует требованиям ГОСТ 31729-2015. Наличие витамина С установилось на уровне 0,81–1,26 мг/100 г. Содержание витамина С в купажах с виноградом вида *Amurensis* Rupr. – 0,49–0,94 мг/100 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 18.12.2019 № 468-ФЗ "О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации" Статья 3 (с изм. и доп. от 08.12.2020., вступ. в силу с 26.06.2020).
2. ГОСТ 56637-2015 Рябина черноплодная свежая. Технические условия. – Введ. 01.07.17. – М. : Изд-во стандартов, 2016. – 8 с.
3. ГОСТ 31782-2012 Виноград свежий машинной и ручной уборки для промышленной переработки. Технические условия. – Введ. 01.01.14. – М. : Изд-во стандартов, 2013. – 6 с.
4. ГОСТ 31729-2015 Напитки винные. Общие технические условия. – Введ. 01.01.17. – М. : Изд-во стандартов, 2015. – 6 с.
5. ГОСТ 7047-55 Витамины А, С, D, В, В₂ и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов. – Введ. 01.01.56. – М. : Стандартиформ, 1955. – 6 с.
6. Скрипников, Ю.Г. Производство плодово-ягодных вин и соков [Текст] / Ю.Г. Скрипников – М. : «Колос», 1983. – 256 с.
7. Гержикова, В.Г. Методы технохимического контроля в виноделии [Текст] ; изд. 2-е. / В.Г. Гержикова. – Симферополь : Таврида, 2009. – 304 с.
8. Шольц-Куликов, Е.П. Современные приоритеты развития виноделия России [Текст] / Е.П. Шольц-Куликов // Агропромышленная инженерия. – 2015. – № 3. – С. 53–64.
9. Макаров, С.С. Оценка перспектив производства плодово-ягодных вин из свежего сырья в Российской Федерации [Текст] / С.С. Макаров, В.М. Жиров, О.П. Преснякова // Виноделие и виноградарство. – 2017. – № 2. – С. 9–11.
10. Скороспелова, Е.В., Михайлова, О.Ю., Шелковская, Н.К. Совершенствование технологии приготовления концентрированных соков из плодов и ягод алтайских сортов // Ползуновский вестник. – 2021. – № 2. – С. 7–13.

Информация об авторах

А. С. Руденко – аспирант, ассистент кафедры защиты растений и плодовоовощеводства Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова.

ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЦЕПТУР ОРГАНИЧЕСКОГО ВИНОГРАДОСОДЕРЖАЩЕГО
НАПИТКА НА ОСНОВЕ АМУРСКОГО ВИНОГРАДА
В УСЛОВИЯХ МИКРОВИНОДЕЛИЯ

О. М. Завалишина – кандидат с-х. наук, доцент кафедры плодоовощеводства, ботаники и биотехнологии растений Алтайского государственного аграрного университета.

Н. К. Шелковская – доцент кафедры технологии броидильных производств и виноделия Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

REFERENCES

1. On Viticulture and Winemaking in the Russian Federation (2020). Federal Law of 18.12.2019 No. 468-FZ Article 3 as amended and additional from 08.12.2020, entry. by force with 26.06.2020. (In Russ.).
2. Fresh chokeberry rowan. Specifications (2016). HOST 56637-2015 from 01.07.17. Moscow: Publishing House of Standards. (In Russ.).
3. Fresh grapes of machine and manual harvesting for industrial processing. Specifications (2013). HOST from 31782-2012. Moscow : Publishing House of Standards. (In Russ.).
4. Wine drinks. General specifications (2017). HOST from 31729-2015 01.01.17. Moscow : Publishing House of Standards. (In Russ.).
5. Vitamins A, C, D, B, B₂ and PP. Sampling, vitamin determination methods and quality testing of vitamin preparations (1955). HOST 7047-55. 01.01.56. Moscow : Publishing House of Standards. (In Russ.).
6. Skripnikov, Yu.G. (1983). Production of fruit and berry wines and juices. Moscow : Kolos. (In Russ.).
7. Gerzhikova, V.G. ed. 2nd. (2009). Methods of

technochemical control in winemaking. Simferopol : Tavrida. (In Russ.).

8. Scholz-Kulikov, E.P. (2015). Modern priorities for the development of winemaking in Russia. Agro-industrial engineering. (3). p. 53-64. (In Russ.).

9. Makarov, S.S., Zhirov, V.M. & Presnyakova O.P. (2017). Assessment of the prospects for the production of fruit and berry wines from fresh raw materials in the Russian Federation. Winemaking and viticulture. (2). 9-11. (In Russ.).

10. Skorospelova, E.V., Mikhailova, O.Yu. & Shelkovskaya, N.K. (2021). Improving the technology of preparing concentrated juices from fruits and berries of Altai varieties. Polzunovskiy vestnik. (2). 7-13. (In Russ.).

Information about the authors

A. S. Rudenko - post-graduate student, assistant of the department of plant protection and horticulture, Saratov State Agrarian University N.I. Vavilov.

O. M. Zavalishina - candidate of agriculture. Sciences, Associate Professor, Department of Horticulture, Botany and Plant Biotechnology, Altai State Agrarian University.

N. K. Shelkovskaya - Associate Professor of the Department of Technology of Fermentation and Winemaking, Polzunov Altai State Technical University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 - Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)

УДК 634.141

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.010

 EDN: SAMEJC

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОВ ХЕНОМЕЛЕСА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Надежда Сергеевна Санжаровская ¹, Ольга Петровна Храпко ²,
Айк Артурович Авджян ³

^{1, 2, 3} Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

¹ hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

² hrpko_op@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8453-1735>

³ aik.avdzhyan@mail.ru

Аннотация. Высоким содержанием пектина характеризуются некоторые виды плодового дикорастущего сырья. Поэтому представляет интерес поиск потенциальных источников пектиновых веществ, которые могли бы естественным образом быть использованы для разработки пищевых добавок и функциональных продуктов. Цель исследований – комплексная оценка плодов хеномелеса в качестве потенциального источника пектиновых веществ и обоснование целесообразности его использования в производстве продуктов питания. В качестве объектов исследования использовали плоды хеномелеса следующих видов: хеномелес японский (*Ch. Japonica lindl*), хеномелес маулея (*Ch. Maulei s.k Schneider*), хеномелес китайский (*Ch. Sinensis Koch*), хеномелес роскошный (*Ch. Superba*). Определен химический состав плодов хеномелеса различных видов, у которых обнаружено высокое содержание титруемых кислот (3,6...4,9 %), витамина С (48,3...144,1 мг%), пектиновых веществ (0,97...1,22 %). Показано, что доминирующее положение в пектиновом комплексе принадлежит нерастворимому пектину. Изучена кинетика экстрагирования пектиновых веществ и предложены рациональные параметры процесса, позволяющие получить экстракты с высокими функционально-технологическими свойствами. Доказано, что хеномелес является ценным источником пектиновых веществ и имеет перспективу использования при производстве пищевых продуктов.

Ключевые слова: хеномелес, плоды, пектиновые вещества, химический состав, пектиновый экстракт.

Для цитирования: Санжаровская Н. С., Храпко О. П., Авджян А. А. Комплексная оценка плодов хеномелеса как потенциального источника пектиновых веществ // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 86–93. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.010. EDN: <https://elibrary.ru/SLELWC>.

Original article

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF CHAENOMELES FRUITS AS A POTENTIAL SOURCE OF PECTIN SUBSTANCES

Nadezhda S. Sanzharovskaya ¹, Olga P. Khrapko ², Hayk A. Avdjian ³

^{1,2,3} Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

¹ hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

² hrapko_op@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

³ aik.avdzhyan@mail.ru

Abstract. *Some types of wild fruit raw materials are characterized by a high content of pectin. Therefore, it is of interest to search for potential sources of pectin substances that could be naturally used for the development of food additives and functional products. The purpose of the research is a comprehensive assessment of the fruits of chaenomeles as a potential source of pectin substances and justification of the expediency of its use in food production. The following types of chaenomeles were used as objects of research: Japanese chaenomeles (Ch. Japonica lindl), chaenomeles maulea (Ch. Maulei c.k Schneider), Chinese chaenomeles (Ch. Sinensis Koch), luxurious chaenomeles (Ch. Superba). The chemical composition of various types of chaenomeles fruits was determined, in which a high content of titrated acids 3.6...4.9 %, vitamin C 48.3...144.1 mg %, pectin substances 0.97...1.22 % was found. It is shown that the dominant position in the pectin complex belongs to insoluble pectin. The kinetics of extraction of pectin substances has been studied and rational process parameters have been proposed to obtain extracts with high functional and technological properties. It is proved that chaenomeles is a valuable source of pectin substances and has the prospect of use in the production of food products.*

Keywords: *chaenomeles, fruits, pectin substances, chemical composition, pectin extract.*

For citation: Sanzharovskaya N. S., Khrapko O. P. & Avdjian H. A. (2022). Comprehensive assessment of chaenomeles fruits as a potential source of pectin substances. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 86-93. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.010. EDN: <https://elibrary.ru/SLELWC>.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим показателем уровня развития страны является здоровье, работоспособность и долголетие ее населения. Потребление натуральных продуктов, сбалансированных по химическому составу, соблюдение рационального режима питания позволяют человеку сохранить здоровье в течение всей жизни.

Образ жизни современного человека и окружающая среда – это две основные группы факторов, влияющие на изменение состояния здоровья населения. Колоссальную нагрузку на адаптационные системы человека оказывает напряженный ритм жизни, связанный с внедрением новых технологий, огромных информационных потоков и т. п.

Неблагоприятная экологическая ситуация во многих регионах страны и употребление рафинированных продуктов, освобожденных от большинства полезных пищевых веществ, способствуют снижению иммуните-

та и нарушению обмена веществ, развитию функциональных расстройств желудочно-кишечного тракта и желчевыводящей системы, а также возникновению хронических неинфекционных заболеваний, что приводит к преждевременному старению организма. Особенно остро стоит вопрос здоровья детей, потому что каждый второй ребенок рождается уже с определенными видами аллергических заболеваний, врожденных патологий, другими нарушениями нормального развития [1].

Поэтому в последние десятилетия можно наблюдать повышенное внимание ученых к поиску и изучению биологически активных компонентов пищевых продуктов различной химической природы, способных предупредить наиболее опасные хронические неинфекционные заболевания.

Таким образом, актуальным стал поиск и разработка мероприятий по созданию пищевых продуктов с направленным биологическим действием за счет использования природных ингредиентов нетрадиционного рас-

тительного сырья, обладающего антиоксидантными и адаптогенными свойствами [2].

В связи с этим определенный интерес представляет более тщательное изучение введенных в культуру дикорастущих видов, которые богаты фитонутриентами, биологически активными соединениями и пищевыми волокнами.

Введенные в культуру дикорастущие виды и продукты его переработки (порошки, пасты, пюре, концентраты, соки) выступают источником природного комплекса биологически активных веществ, позитивно влияющих на человеческий организм. Они являются поставщиками витаминов, минеральных веществ, фенольных соединений, пектиновых веществ, обладающих широким спектром биологического действия (гипотензивного и сосудосуживающего, радиопротекторного, дезинтоксикационного и др.). Их применяют для улучшения структурно-механических, органолептических свойств и обогащения нутриентами пищевых продуктов [3].

Среди большого разнообразия дикорастущего и культивируемого растительного сырья большой интерес представляют плоды хеномелеса.

Род *Chaenomeles* – это вид кустарника, относящийся к семейству Розовые (*Rosaceae*) и произрастающий в Японии, Корее и Китае. Наиболее часто культивируемыми представителями *Chaenomeles* в настоящее время являются гибриды *Ch. × superba* и *Ch. speciosa* (цветущая айва), в то время как *Ch. japonica* (японская айва) выращивается не так часто. Простота выращивания и высокая устойчивость к климатическим условиям привели к интродукции кустарников *Chaenomeles* как в Европе (Россия, Польша, Беларусь, Франция, Германия, Великобритания, Италия, Португалия, Швейцария), так и в Северной Америке [4].

Декоративные качества этих кустарников иногда являются основной причиной их посадки, но их плоды, обладающие уникальными полезными для здоровья свойствами, не менее или даже более важны. С помощью биоанализов *in vitro* и *in vivo* было доказано, что плоды хеномелеса обладают различной фармакологической активностью, такой как антибактериальная, противовоспалительная, противоопухолевая противодиабетическая, иммуномодулирующая и антиоксидантная активность [5].

Плоды хеномелеса нашли широкое применение в восточной медицине. Антимикробная активность плодов по отношению к кишечной палочке подтверждена учеными Тай-

ваньского университета. Гликозиды, содержащиеся в плодах хеномелеса, активно применяются при лечении ювенильного и коллаген-индуцированного артрита. Доказано противовоспалительное и анальгетическое действие плодов хеномелеса, противовирусная (вирус группы А и В) и противоопухолевая активность экстрактов плодов хеномелеса. Плоды хеномелеса подавляют тканевый тромбопластин, предотвращают тромбообразование, могут использоваться больными сахарным диабетом II типа в лечебно-профилактическом питании [6].

В пищевой промышленности плоды используются при производстве соков, сиропов, ликеров, мармелада. В течение одного сезона кустарник *Chaenomeles* в среднем дает около 4 кг плодов [7, 8].

МЕТОДЫ

Цель работы заключается в комплексной оценке плодов хеномелеса в качестве потенциального источника пектиновых веществ и обоснования целесообразности его использования в производстве продуктов питания.

Объектами исследования являлись плоды хеномелеса следующих видов: хеномелес японский (*Ch. Japonica lindl*), хеномелес маулея (*Ch. Maulei c.k Schneider*), хеномелес китайский (*Ch. Sinensis Koch*), хеномелес роскошный (*Ch. × superba*). Плоды были собраны вручную с кустов, выращенных в условиях ботанического сада им. И. С. Косенко Кубанского госагроуниверситета. С каждого куста было отобрано по пять экземпляров, затем путем объединения первичных образцов была получена лабораторная проба. Сбор плодов осуществляли в стадии потребительской зрелости в конце сентября. Плоды соответствовали их биологическим характеристикам, отличались по цвету от светло-желтого до желтого, имели характерный кислый, слегка терпкий вкус и приятный аромат.

В исследуемых образцах хеномелеса определяли массовые доли растворимых сухих веществ по ГОСТ ISO 2173-2013, сахаров – по ГОСТ 8756.13-87, титруемых кислот – по ГОСТ ISO 750-2013, витамина С – по ГОСТ 24556-89 [9].

Определение фракционного состава и общего содержания пектиновых веществ производилось кальций-пектатным методом [10].

Получение пектинового экстракта осуществляли следующим способом: плоды хеномелеса мыли, измельчали, после чего подготовленный материал отправляли на гидролиз-экстрагирование. Гидролиз осуществля-

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОВ ХЕНОМЕЛЕСА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

ли, используя в качестве экстрагента лимонную, щавелевую, уксусную и молочную кислоты. По результатам органолептической оценки установили, что лучшим экстрагентом является лимонная кислота. Дальнейшую экстракцию проводили лимонной кислотой с концентрацией 0,1-0,5 % в течение 60-180 мин. при температуре от 60 до 90 °С. После гидролиза-экстрагирования полученный экс-

тракт отфильтровывали. Качество оценивали по выходу спиртоосаждаемых пектиновых веществ и содержанию сухих веществ в пектиновом экстракте [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе был изучен химический состав плодов хеномелеса (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав плодов хеномелеса

Table 1 – Chemical composition of the fruits of chaenomeles

| Объект исследования | Массовая доля сухих веществ, % | Массовая доля сахаров, % | Титруемые кислоты, % | Витамин С, мг% | Содержание пектиновых веществ, % на сырое вещество |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------|----------------|--|
| Хеномелес маулея | 7,8±0,05 | 5,45±0,07 | 3,6±0,1 | 48,3±1,2 | 0,97±0,01 |
| Хеномелес японский | 10,8±0,10 | 8,10±0,05 | 4,3±0,2 | 70,9±2,1 | 1,22±0,01 |
| Хеномелес роскошный | 10,7±0,08 | 7,95±0,04 | 4,9±0,1 | 64,7±1,5 | 1,08±0,01 |
| Хеномелес китайский | 9,7±0,06 | 6,65±0,03 | 4,2±0,2 | 144,1±2,2 | 0,94±0,01 |

В ходе анализа сделан вывод, что плоды хеномелеса характеризуются количественными различиями в содержании сухих веществ, сахаров, витамина С, пектиновых веществ. Самое высокое содержание сухих веществ было обнаружено в плодах хеномеле-

са японского (10,8 %), а самое низкое – хеномелеса маулея (7,8 %).

Целесообразность использования плодов хеномелеса как потенциального источника пектиновых веществ определяется фракционным составом и количеством пектина. Результаты этого анализа показаны на рис. 1.

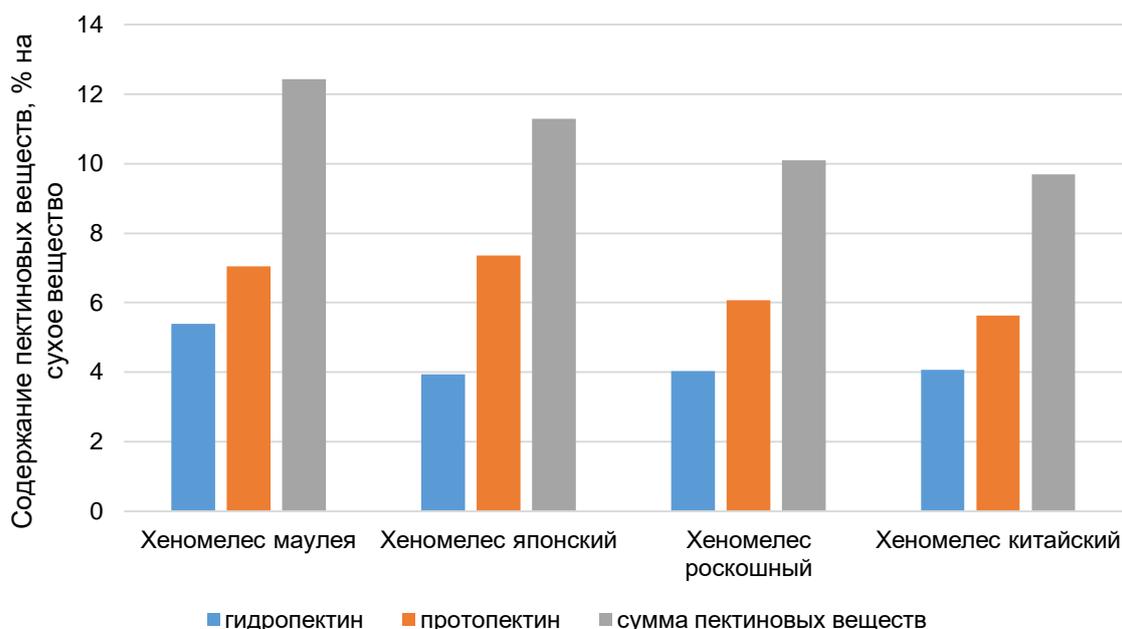


Рисунок 1 – Фракционный состав пектиновых веществ плодов хеномелеса

Figure 1 – Fractional composition of pectin substances of chaenomeles fruits

Результаты сравнительной оценки фракционного состава пектиновых веществ плодов хеномелеса показали, что суммарное содержание пектина в сухой массе составляет 9,69...12,43 %. При этом во всех образцах хеномелеса доминирует нерастворимый пектин.

Основная проблема, возникающая при обогащении пищевых продуктов плодовыми фитодобавками, заключается в обеспечении привычных для потребителя вида и вкуса продукции. Поэтому в качестве рационального способа подготовки плодового сырья, который позволит выделить комплекс биологически активных веществ и удалить нежелательные примеси, выбрали гидролиз-экстрагирование.

При изучении кинетики экстрагирования пектиновых веществ из плодов хеномелеса изменяли следующие параметры:

- вид и концентрацию экстрагента;
- температуру и длительность экстрагирования;
- гидромодуль.

Наиболее часто используемые виды экстрагентов, а именно щелочи, спирты, даже при условии их последующего извлечения из экстракта не являются желательными для применения в пищевой промышленности, поэтому в исследованиях в качестве экстрагента использовали лимонную, щавелевую, уксусную и молочную кислоты.

Анализом органолептических показателей установлено, что наилучшим экстрагентом для получения пектинового экстракта из плодов хеномелеса является лимонная кислота. Результаты изучения остальных параметров экстрагирования на кинетику процесса представлены на рис. 2-5.

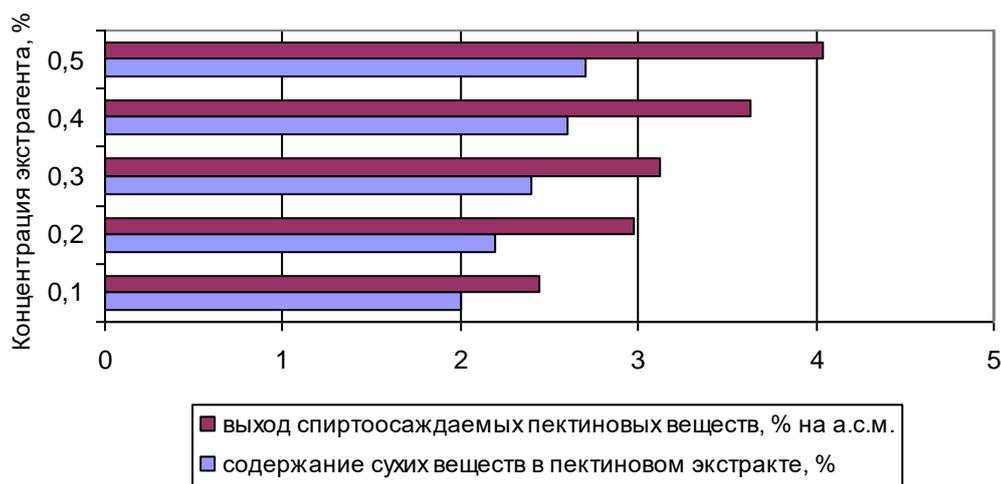


Рисунок 2 – Влияние концентрации экстрагента лимонной кислоты на показатели качества пектинового экстракта

Figure 2 – The effect of the concentration of citric acid extractant on the quality indicators of pectin extract

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОВ ХЕНОМЕЛЕСА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

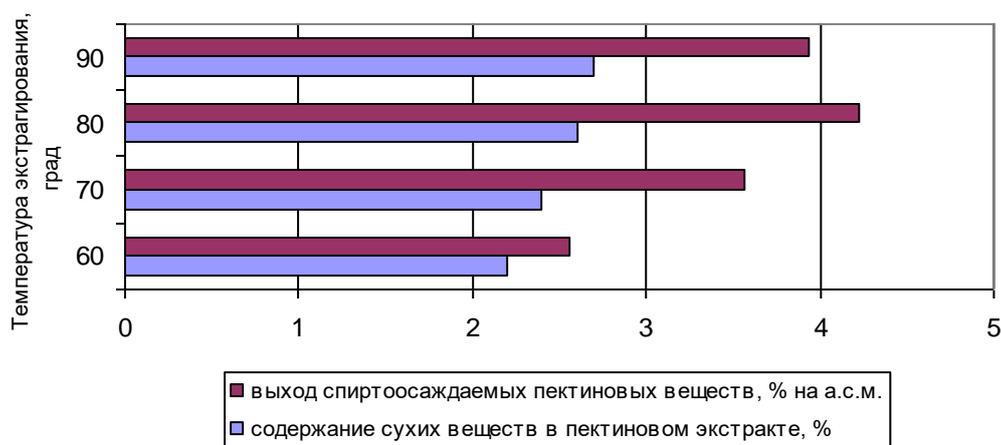


Рисунок 3 – Влияние температуры экстрагирования на показатели качества пектинового экстракта

Figure 3 – The effect of extraction temperature on the quality indicators of pectin extract

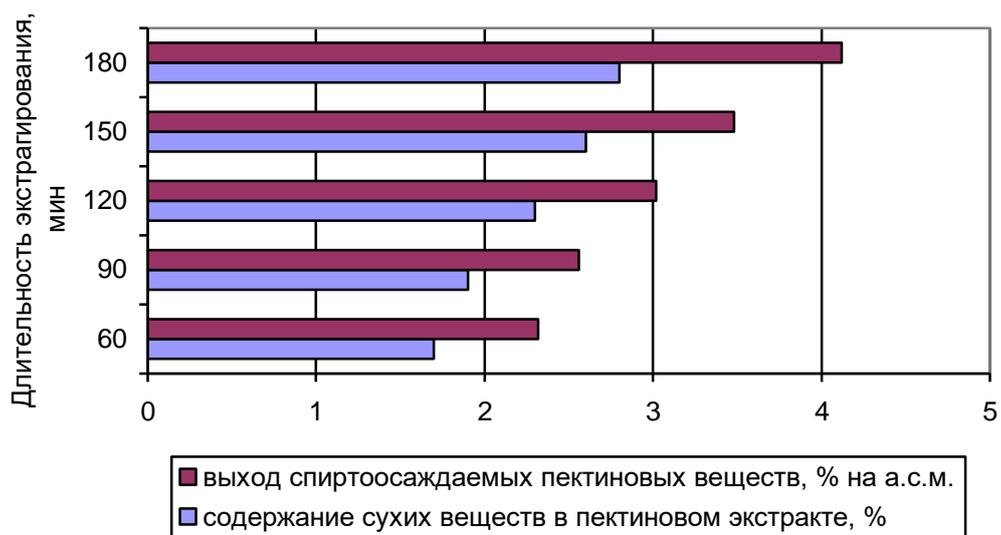


Рисунок 4 – Влияние длительности экстрагирования на показатели качества пектинового экстракта

Figure 4 – The effect of the extraction duration on the quality indicators of the pectin extract

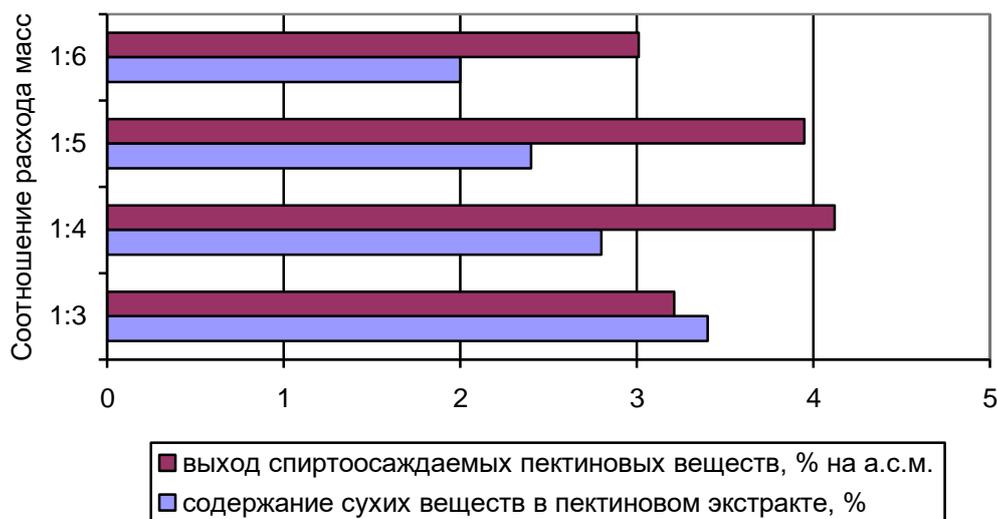


Рисунок 5 – Влияние гидромодуля на показатели качества пектинового экстракта

Figure 5 – The effect of the hydromodule on the quality indicators of the pectin extract

Проведенные исследования позволили предложить наиболее рациональные параметры процесса экстрагирования, позволяющие получить экстракты с высокими функционально-технологическими свойствами: экстрагент – лимонная кислота; концентрация экстрагента – 0,4 %; температура экстракции – 80 °С; продолжительность экстрагирования – 180 минут; гидромодуль – 1 : 5.

Пектиновые экстракты из плодов хеномелеса, полученные при таких условиях экстрагирования, характеризовались следующими показателями: растворимые сухие вещества – 2,6 %; рН – 3,02; выход пектиновых веществ – 4,23 % на а.с.м.; степень чистоты – 0,18.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований установлено, что плоды хеномелеса могут использоваться в качестве источников пектиновых веществ, а полученные экстракты будут использованы для разработки функциональных продуктов питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егорова Е.Ю., Школьникова М.Н. Дикорастущее сырье для БАД к пище // Пищевая промышленность. 2008. № 4. С. 50-52.
2. Использование продуктов переработки плодов редких культур в рецептуре многокомпонентного продукта питания функционального назначения / Т.Г. Причко [и др.]. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология.

2021. № 2-3 (380-381). С. 31-35. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.2-3.8>

3. Кириленко Н.М., Суконкина Е.Б. Новые виды сырья в производстве мучных кондитерских изделий // Кондитерское производство. 2016. № 1. С. 16-18.

4. Воробьева Г.М. Хеномелес японский в Сибири // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2015. № 11. С. 24-27.

5. Карелин В.С., Кормилицына Т.А., Сорокпудов В.Н. Хеномелес (*Chaenomeles (Thunb.) Lindl.*) - ценное декоративное и пищевое растение // Вестник ландшафтной архитектуры. 2021. № 28. С. 21-25.

6. Comprehensive characterization of Chaenomeles seeds as a potential source of nutritional and biologically active compounds / I. P. Turkiewicz [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. 2021. Vol. 102. P. 104065 <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104065>

7. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В., Коваленко Н.Н. Айва японская (хеномелис маулея) - биологически ценное сырье для создания продуктов питания функционального назначения // Пищевая промышленность. 2014. № 9. С. 25-27.

8. Федулова Ю.А., Шиковец Т.А. Японская айва - новая плодовая культура в садах России // Современное садоводство. 2016. № 4 (20). С. 25-29.

9. Продукты переработки плодов и овощей. Методы анализа: сборник ГОСТов. М.: Издательство стандартов, 2010. 239 С.

10. Методы контроля в пектиновом производстве / В.В. Нелина [и др.]. Киев, 1992. 114 с.

11. Sharma H.P., Patel H., Sugandha S. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2016. Vol. 57. Iss. 6. P. 1215-1227.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОВ ХЕНОМЕЛЕСА КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Информация об авторах

Н. С. Санжаровская – к.т.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

О. П. Храпко – к.т.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

А. А. Авдьян – магистрант ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

REFERENCES

1. Egorova, E.Yu. & Shkolnikova, M.N. (2008). Wild-growing raw materials for dietary supplements to food. *Food industry*, (4), 50-52. (In Russ.)
2. Prichko, T.G. [et al.]. (2021). The use of processed fruits of rare crops in the formulation of a multicomponent functional food product. *News of higher educational institutions. Food technology*, (2-3), 31-35. (In Russ.) <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2021.2-3.8>
3. Kirilenko, N.M. & Sukonkina, E.B. (2016). New types of raw materials in the production of flour confectionery products. *Confectionery production* (1), 16-18. (In Russ.)
4. Vorobyova G.M. (2015). Japanese Genomeles in Siberia. *New and unconventional plants and prospects for their use*, (11), 24-27. (In Russ.)
5. Karelin, V.S., Kormilitsyna, T.A. & Sorokopudov, V.N. (2021). Chaenomeles (Chaenomeles (Thunb.) Lindl.) - a valuable ornamental and food plant. *Bulletin of landscape architecture*, (28), 21-25. (In Russ.)
6. Turkiewicz, I.P. [et al.] (2021). Comprehensive characterization of Chaenomeles seeds as a po-

tential source of nutritional and biologically active compounds. *Journal of Food Composition and Analysis*, (102), 104065 <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104065>

7. Prichko, T.G., Droficheva, N.V. & Kovalenko, N.N. (2014). Japanese quince (chenomeles maulea) - biologically valuable raw materials for the creation of functional food products. *Food industry*, (9), 25-27. (In Russ.)

8. Fedulova, Yu.A. & Shikovets, T.A. (2016). Japanese quince - a new fruit culture in the gardens of Russia. *Modern gardening*, (4), 25-29. (In Russ.)

9. Fruit and vegetable processing products. (2010). Methods of analysis: collection of GOST standards. Moscow: Publishing House of Standards. (In Russ.)

10. Nelina, V.V., Donchenko, L.V., Karpovich, N.S. & Ignatieva, G.N. (1992). Control methods in pectin production. Kiev. (In Russ.)

11. Sharma, H.P., Patel, H. & Sugandha, S. (2016). Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, (57), 1215-1227.

Information about the authors

N. S. Sanzharovskaya – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University.

O. P. Khrapko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University.

H. A. Avdjian – undergraduate student of Kuban State Agrarian University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства (технические науки)
УДК 664

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.011



РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ: КОНОПЛЯНОЙ МУКИ И ПОРОШКА ЯГОД АСАИ

Виктория Николаевна Макарова ¹,
Ольга Николаевна Пчелинцева ², Зенфира Альбертовна Бочкарёва ³

^{1, 2, 3} Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

¹ v44akarowa@yandex.ru

² pchelincevaon@yandex.ru

³ bochkarijevaz@mail.ru

Аннотация. Одним из недостатков кондитерских изделий является практически полное отсутствие биологически активных веществ. В связи с этим химический состав изделий нуждается в увеличении пищевых волокон и снижении энергетической ценности. Приоритетным направлением развития кондитерской отрасли является поиск новых растительных источников биологически активных веществ для обеспечения населения биологически полноценными продуктами питания, отвечающими требованиям физиологических норм организма человека. В данных исследованиях была разработана рецептура мучных кондитерских изделий функционального назначения с внесением различного процентного содержания от общей массы муки конопляной муки и порошка ягод асаи. Количество добавляемого сырья составило: в образце № 1 – заменяли 15 % пшеничной муки на конопляную и добавляли 5 % порошка асаи, в образце № 2 – заменяли 25 % пшеничной муки на конопляную и добавляли 7 % порошка асаи, в образце № 3 – заменяли 35 % пшеничной муки на конопляную и добавляли 9 % порошка асаи. По результатам исследований и проведенным расчетам наиболее оптимальным по показателям пищевой и биологической ценности является образец № 2.

Ключевые слова: мука пшеничная, мучные кондитерские изделия, конопляная мука, порошок ягод асаи, изделия функционального назначения, пищевая ценность, энергетическая ценность, биологическая ценность, органолептическая оценка.

Для цитирования: Макарова В. Н., Пчелинцева О. Н., Бочкарёва З. А. Разработка рецептуры мучных кондитерских изделий функционального назначения с добавлением растительных компонентов: конопляной муки и порошка ягод асаи // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 94–99. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.011. EDN: <https://elibrary.ru/XLVMMI>.

DEVELOPMENT OF A RECIPE FOR FUNCTIONAL FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS WITH THE ADDITION OF PLANT COMPONENTS: HEMP FLOUR AND ACAI BERRY POWDER

Victoria N. Makarova¹, Olga N. Pchelintseva², Zenfira A. Bochkareva³

^{1, 2, 3} Penza State Technological University, Penza, Russia

¹ v44akarowa@yandex.ru

² pchelincevaon@yandex.ru

³ bochkarievaz@mail.ru

Abstract. One of the disadvantages of confectionery products is the almost complete absence of biologically active substances. In this regard, the chemical composition of the products needs an increase in dietary fiber and a decrease in energy value. The priority direction of the development of the confectionery industry is the search for new plant sources of biologically active substances to provide the population with biologically complete food products that meet the requirements of the physiological norms of the human body. In these studies, a recipe for functional flour confectionery products was developed with the introduction of various percentages of the total mass of hemp flour and acai berry powder. The amount of added raw materials was: in sample No. 1, 15% of wheat flour was replaced with hemp flour and 5% of acai powder was added, in sample No. 2, 25% of wheat flour was replaced with hemp flour and 7% of acai powder was added, in sample No. 3, 35% of wheat flour was replaced with hemp flour and 9% of powder was added acai. According to the results of research and calculations carried out, sample No. 2 is the most qualitative, since it has high indicators of nutritional and biological value.

Keywords: wheat flour, flour confectionery, hemp flour, acai berry powder, functional products, nutritional value, energy value, biological value, organoleptic evaluation.

For citation: Makarova, V. N., Pchelintseva, O. N. & Bochkareva, Z. A. Development of a recipe for functional flour confectionery products with the addition of plant components: hemp flour and acai berry powder. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 94-99. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.011. EDN: <https://elibrary.ru/XLVMMI>.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ классификационной структуры рынка мучных кондитерских изделий и потребление их населением Российской Федерации позволяет рассматривать мучные кондитерские изделия в качестве функциональных продуктов. Мучные кондитерские изделия являются продуктами массового потребления и их легко модернизировать, внося нетрадиционное сырье, что позволит сделать продукт не только сытным, но и полезным [1, 3, 4].

Мучные кондитерские изделия богаты углеводами, однако имеют низкое содержание многих важных нутриентов: белков, ПНЖК, витаминов, минеральных веществ. Заменяя часть пшеничной муки на нетрадиционное сы-

рье, можно обогатить продукт полезными веществами, придать ему не просто функциональные, но даже лечебные свойства.

Следовательно, разработка мучных кондитерских изделий повышенной пищевой и биологической ценности функционального назначения является приоритетным направлением.

Большинство мучных кондитерских изделий просты в своем изготовлении и пользуются большим спросом на потребительском рынке. Поэтому целесообразно расширять ассортимент продукции функционального назначения, представленной мучными кондитерскими изделиями [6].

Конопляная мука и порошок ягод асаи представляют собой источники растительных

белков, ПНЖК, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов и могут использоваться в качестве функциональной добавки для мучных кондитерских изделий [8 - 10].

Таким образом, технология изготовления новой функциональной продукции и использование функционального растительного сырья при изготовлении мучных кондитерских изделий является актуальной темой, что позволит расширить ассортимент функциональных мучных продуктов, повысить качество продуктов за счет увеличения пищевой и биологической ценности.

Цель исследования: разработка рецептуры и технологии изготовления мучных кондитерских изделий функционального назначения.

Задачи исследования:

1. Разработать рецептуру и технологию мучных кондитерских изделий повышенной биологической ценности;

2. Осуществить комплексную оценку пищевой и энергетической ценности для мучных кондитерских изделий (печенья);

3. Определить биологическую ценность изделий, осуществить комплексную оценку органолептических характеристик готовых изделий.

Исследования и разработка рецептур изделий проводились на базе лаборатории ПензГТУ в 2021 г.

Объекты исследования: песочное печенье с заменой части пшеничной муки на конопляную и добавление порошка ягод асаи с различной процентной составляющей.

Материалами исследования послужили:

- мука пшеничная высшего сорта [2];
- конопляная мука торговой марки «Коноплянка» (СТО 10.41.42-004-05930330-2018 «Мука из семян масличных культур. Технические условия»);
- порошок ягод асаи торговой марки «Уральское здоровье».

Количество и соотношение рецептурных компонентов для производства мучных кондитерских изделий определяет оптимизация рецептуры и технология изготовления, оказывающая положительное воздействие на качественные показатели готового изделия.

За контрольный образец было принято мучное кондитерское изделие из сборника рецептур на печенье, галеты и вафли – печенье «Круглое» [7].

В соответствии с контрольным образцом были разработаны образцы с различным внесением ингредиентов в сухую смесь (таблица 1).

Таблица 1 – Количество замены пшеничной муки на конопляную и внесение порошка ягод асаи

Table 1 – The amount of substitution of wheat flour for hemp flour and the introduction of acai berry powder

| Наименование изделия | Замена пшеничной муки на конопляную, % | Внесение порошка ягод асаи, % |
|----------------------|--|-------------------------------|
| Образец № 1 | 15 | 5 |
| Образец № 2 | 25 | 7 |
| Образец № 3 | 35 | 9 |

На основании сборника рецептур был изготовлен контрольный образец печенье «Круглое», а также образцы № 1-3 с различным процентным соотношением внесения конопляной муки и порошка ягод асаи.

Рецептура печенье «Круглое» и разработанных образцов, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептура мучных кондитерских изделий (печенья)

Table 2 – Recipe of flour confectionery products (cookies)

| Наименование продукта | Содержание СВ, % | Контрольный образец | Образец №1 (15%, 5%) | Образец №2 (25%, 7%) | Образец №3 (35%, 9%) |
|-----------------------|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | |
| Мука пшеничная в/с | 85,5 | 56,2 | 47,8 | 42,2 | 36,5 |
| Сахарная пудра | 99,85 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 |
| Масло сливочное | 84,0 | 37,7 | 37,7 | 37,7 | 37,7 |
| Меланж | 27,0 | 5,62 | 5,62 | 5,62 | 5,62 |
| Ванильный сахар | 99,85 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Конопляная мука | 95,0 | - | 8,43 | 14,1 | 19,7 |
| Порошок ягод асаи | 98,0 | - | 2,81 | 3,94 | 5,1 |
| Масса п/ф | - | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Выход | 95,0 | 100 | 100 | 100 | 100 |

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ: КОНОПЛЯНОЙ МУКИ И ПОРОШКА ЯГОД АСАИ

Из таблицы 2 видно, что разработанные образцы являются новыми изделиями, так как имеется значительное отличие от рецептурного состава печенья «Круглое». Отличительным моментом в технологии изготовления является подготовка и внесение функционального сырья.

В результате расчета пищевой ценности было выявлено изменение содержания белков, жиров и углеводов в контрольном образце и разработанных образцах, с внесением различного процентного соотношения конопляной муки и порошка ягод асаи. Содержание пищевых веществ в мучных кондитерских изделиях и их изменение, зависящее от процентного содержания внесенного растительного сырья, представлены на рисунке 1.

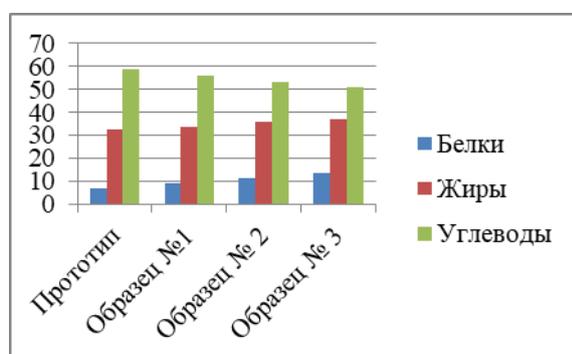


Рисунок 1 – Пищевая ценность мучных кондитерских изделий

Figure 1 – Nutritional value of flour confectionery products

Из рисунка 1 видно, что во всех образцах, по сравнению с контрольным образцом, возрастает количество белков и жиров, а количество углеводов уменьшается. Рост белка связан, в основном, с заменой пшеничной муки на конопляную, которая содержит большее количество растительного белка. Уменьшение углеводов происходит за счет понижения количества крахмала, которого в конопляной муке содержится меньше, чем в пшеничной.

Образец № 3 по сравнению с образцами № 1 и № 2 имеет самый высокий показатель белка. Количество жиров увеличивается незначительно. Наивысшим показателем по углеводам обладает образец № 1.

Наилучшим соотношением «белки : жиры : углеводы» обладает образец № 2, что повлияло на пищевую ценность.

Минеральный состав мучных кондитерских изделий (табл. 3) был определен расчетным путем [5].

Таблица 3 – Витаминно-минеральный состав мучных кондитерских изделий

Table 3 – Vitamin and mineral composition of flour confectionery products

| Элементы | K | Mg | P | B1 | B2 | PP |
|-------------|-----|------|-------|-------|------|------|
| Образец № 1 | 149 | 52,8 | 142,2 | 8,6 | 0,43 | 0,89 |
| Образец № 2 | 215 | 89,1 | 218 | 14,3 | 0,5 | 0,8 |
| Образец № 3 | | | 274,8 | 19,98 | 0,6 | 0,71 |
| Контроль | 83 | 16,5 | 66,3 | 0,104 | 0,09 | 0,98 |

Анализ минерального состава показал, что обогащение печенья растительными ингредиентами способствует повышению содержания макро- и микроэлементов по сравнению с контрольным образцом, за исключением витамина PP. Также конопляная мука и порошок ягод асаи способствуют обогащению изделия такими микронутриентами, как K, Mn, P, витамины группы B.

Результаты расчета аминокислотного сора всех образцов мучных кондитерских изделий представлены на рисунке 2 [5].

Как и контрольный образец, образцы № 1, № 2 и № 3 имеют лимитирующие аминокислоты, однако уровень лимитирующих аминокислот в образцах с добавлением растительных компонентов повышается. Самой оптимальной сбалансированностью аминокислотного состава является образец № 2» с 25 %-ым содержанием конопляной муки и 7 %-ым содержанием порошка ягод асаи.

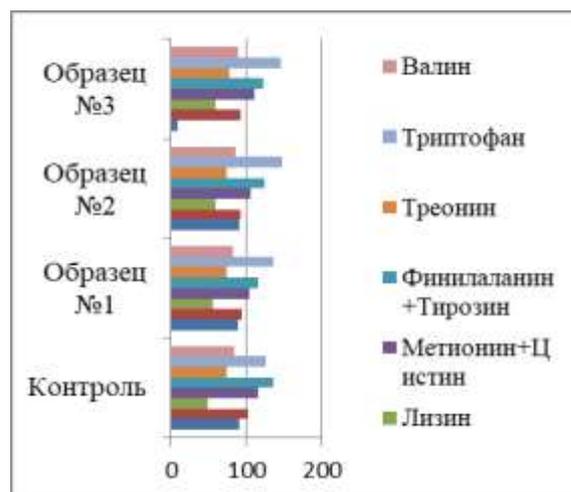


Рисунок 2 – Аминокислотный скор мучных кондитерских изделий

Figure 2 – Amino acid score of flour confectionery products

Образец № 1 имеет наименьший показатель аминокислотного сгора.

Была проведена органолептическая оценка разработанных образцов. Результаты органолептической оценки образцов мучных кондитерских изделий (контрольный образец, № 1 - № 3) и их оценка по 5-ти бальной шкале представлены на рисунке 3.

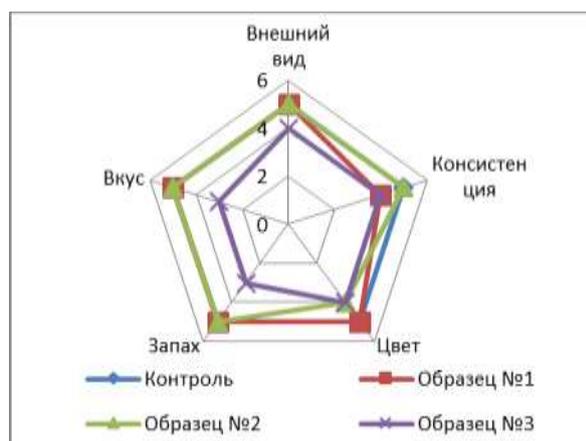


Рисунок 3 – Органолептическая оценка готовых изделий (печенья)

Figure 3 – Organoleptic evaluation of finished products (cookies)

Органолептический анализ готового печенья показал, что по внешнему виду меньше всего баллов у образца № 3, так как он имеет большой процент внесения нетрадиционного сырья, что ухудшает цвет, запах и вкус.

По консистенции образец № 1 имеет неравномерную структуру пористости, образец № 3 слишком сухой и плотный, поэтому по консистенции выигрывает образец № 2, так как он в меру рассыпчатый.

Больше всего баллов по вкусу и запаху получили образцы № 1 и № 2. В образце № 3 присутствует выраженный привкус и запах конопляной муки.

Анализ пищевой и энергетической ценности показал, что разработанные мучные кондитерские изделия (образец № 2) содержат более чем в 1,5 раза белка и на 4 % больше жиров по сравнению с контрольным образцом. Количество углеводов уменьшилось: крахмала - в 1,16 раз, сахара – 1,01 раза.

Таким образом, образец печенья № 2 можно отнести к функциональным продуктам по количеству белков, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), а также микронутриентов, таких как: магний, фосфор, витамины группы В, т. к. их усредненная суточная норма от физиологической составляет больше 15 %.

В результате расчета биологической ценности выяснилось, что белок мучного кондитерского изделия под номером два обладает самой высокой сбалансированностью аминокислотного состава.

По результатам проведенной органолептической оценки, можно сказать, что образцы № 1 и № 2 с внесением 15 % и 25 % конопляной муки и 5 % и 7 % порошка ягод асаи не уступают по органолептическим показателям контрольному образцу.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что образец № 2 с 25 %-м внесением конопляной муки и 7 %-м внесением ягод асаи имеет оптимальные показатели пищевой и биологической ценности и высокие баллы органолептической оценки, что позволяет отнести его к функциональным продуктам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абуова А. Б., Байбатыров Т. А., Ахметова Г. К., Чинарова Э. Р. Применение инновационных технологии в производстве мучных кондитерских изделий // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). – 2015.– с. 31–34.
2. ГОСТ 26574-2017 межгосударственный стандарт мука пшеничная хлебопекарная технические условия. Введен 01.01.2019. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
3. Сибиль А.В., Резниченко И.Ю., Бакин И.А. Разработка технологии смесей для полуфабрикатов мучных изделий // Ползуновский вестник. 2012. № 2-2. С. 153-157.
4. Сидорова Л. Н. Разработка технологии сдобного печенья функционального назначения с пищевой клетчаткой и лигнином: дис. Сидорова Л. Н. канд. техн. наук: 18.06.2007 / Сидорова Любовь Николаевна. – Москва: ФГБОУ ВО МГУ, 2007. – 71 с.
5. Скурихин И. М. Химический состав пищевых продуктов: издание второе, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 361 с.
6. Смирнова Т. П. Разработка рецептуры песочного печенья функционального назначения / Т. П. Смирнова, Д. Т. Гайфуллина, Р. Р. Хасанова // Международный научный журнал «Символ науки». – Набережные Челны, 2015. - №3. – С. 5 – 8.
7. Смирнова М.К., Абрамова Г.Г. Рецептуры на печенье, галеты и вафли. – М.: Книга по Требованию, 2021 – 552 с.
8. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные принципы и практические решения // Пищевая промышленность, 2010. – №4. – С. 20-24.
9. Лукин А.А. Перспективы применения конопляной муки в технологии производства хлеба / А.А. Лукин, А.В. Зинин // Вестник современных исследований. –2017. –№9. –С. 120–124.
10. Тодорова, М.Н. Производство диетических продуктов питания на зерновой основе в НРБ /

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ: КОНОПЛЯНОЙ МУКИ И ПОРОШКА ЯГОД АСАИ

М.Н.Тодорова, Н.К. Йотова, С.А. Иванова // НИИТЭИПП. Пищевая промышленность. Сер.14. Хлебопекарная, макаронная, дрожжевая промышленность. Вып.3. – М.,1989. – 17с.

Информация об авторах

В. Н. Макарова – магистрант факультета биотехнологий Пензенского государственного технологического университета.

О. Н. Пчелинцева – кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые производства» Пензенского государственного технологического университета.

З. А. Бочкарева – кандидат технических наук, доцент Пензенского государственного технологического университета.

REFERENCES

1. Abuova, A. B., Baibaturov, T. A., Akhmetova, G. K. & Chinarova, E. R. (2015). Application of innovative technologies in the production of flour confectionery products. Eurasian Union of Scientists (ESU). pp. 31-34. (In Russ.).
2. Wheat bakery flour. Specifications. (2019). HOST 26574-2017. Moscow: Standards Publishing House. (In Russ.).
3. Sibil, A.V., Reznichenko, I.Yu. & Bakin, I.A. (2012) Development of the technology of mixing for semi-finished flour products. *Polzunovskiy vestnik*, 2(2), 17–20.(In Russ.).153-157. (In Russ.).
4. Sidorova, L. N. (2007). Development of the technology of functional biscuits with dietary fiber and lignin. Candidate's thesis. Moscow. (In Russ.).

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.

5. Skurikhin, I. M. (1987). Chemical composition of food products: second edition, reprint. and additional. M.: Agropromizdat. (In Russ.).

6. Smirnova, T. P., Gayfullina, D. T. & Khasanova, R. R.(2015). Development of a recipe for functional shortbread cookies. *International scientific journal "Symbol of Science"*. (3). 5-8. (In Russ.).

7. Smirnova, M.K. & Abramova, G.G. (2021). Recipes for cookies, biscuits and waffles. M.: Book on Demand. (In Russ.).

8. Spirichev, V.B. & Shatnyuk, L.N. (2010). Fortification of food products with micronutrients: scientific principles and practical solutions. *Food industry*, (4). 20-24. (In Russ.).

9. Lukin, A.A. & Zinin, A.V. Prospects for the use of hemp flour in the technology of bread production (2017). *Vestnik sovremennyh issledovaniy*,(9), 120–124.(In Russ.).

10. Todorova, M.N., Yotova, N.K. & Ivanova S.A. (1989). Production of dietary food products based on grain in NRB. *NIITEIPP. Food industry. Ser. 14. Bakery, pasta, yeast industry*. (3). 17p. (In Russ.).

Information about the authors

V. N. Makarova – Master's student of the Faculty of Biotechnology of the Penza State Technological University.

O. N. Pchelintseva – candidate of technical sciences, associate professor of the department «Food Production» Penza State Technological University.

Z. A. Bochkareva – candidate of technical sciences, associate professor of the department «Food Production» Penza State Technological University.



Научная статья

05.18.01 – Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов плодовоовощной продукции и виноградарства (технические науки)
УДК 664. 8

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.012

 EDN: WQWNIK

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОТЕРТЫХ МАСС БЕЗ САХАРА НА ОСНОВЕ ПЛОДОВОГО И ЯГОДНОГО СЫРЬЯ АЛТАЙСКОГО СОРТИМЕНТА

Елена Владимировна Скороспелова ¹, Оксана Юрьевна Михайлова ²,
Наталья Кирилловна Шелковская ³

^{1,2} Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

³ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

¹ elenkavinodel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9508-7342>

² mihailova_oxana007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4554-9449>

³ shelk49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1335-1718>

Аннотация. Особенности технологии производства протертых масс без сахара из плодов алтайской селекции, выращенных в лесостепной зоне Алтайского края, не достаточно изучены. Многие вопросы технологии, а также разработка нормативно-технической документации на новый вид продуктов актуальны и имеют научную новизну. Протертая масса из плодов может быть использована как самостоятельный продукт или функциональный наполнитель для продуктов питания.

Для приготовления протертых масс без сахара плоды подвергали инспекции, мойке, далее бланшировали, дробили и протирали через сито с диаметром ячеек 0,7-1,5 мм. Полученную массу уваривали, фасовали, пастеризовали при температуре 95°C, герметично укупоривали.

Новые виды продуктов консервирования, полученные из жимолости и смородины черной, отличаются высокой кислотностью: 4,15-4,70 % в жимолостных и 3,00-3,40 % в черносмородиновых. Минимальное значение титруемой кислотности отмечено в продуктах из яблок – 1,02-1,14 %. Содержание сахаров в протертых массах колеблется от 6,6 до 11,8 г/100 г. Максимальное значение отмечено в протертых массах из яблок, минимальное – в образце из облепихи сорта Августина. Минимальное содержание полифенолов отмечено в яблочных протертых массах (171-174 мг/100 г), максимальное – в образцах из жимолости (604-830 мг/100 г). В облепиховых протертых массах содержание полифенолов 133-290 мг/100 г, в черносмородиновых 159-567 мг/100 г. Протертые массы без сахара по физико-химическому составу имеют существенные отличия по сортам.

Разработаны ТИ и ТУ по производству протертых масс без сахара из плодово-ягодного сырья алтайской селекции.

Ключевые слова: протертые массы, консервирование, органолептическая оценка, сорт, облепиха, жимолость, смородина черная, яблоня, плоды, ягоды.

Для цитирования: Скороспелова Е. В., Михайлова О. Ю., Шелковская Н. К. Технологические аспекты производства протертых масс без сахара на основе плодового и ягодного сырья алтайского сортимента // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 100–105. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.012. EDN: <https://elibrary.ru/WQWNIK>.

Original article

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF SUGAR FREE PUREE PRODUCTION FROM FRUIT AND BERRY RAW MATERIAL OF ALTAI VARIETIES

Elena V. Skorospelova ¹, Oxana Yu. Mikhailova ²,
Natalia K. Shelkovskaya ³

^{1,2} Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnology, Barnaul, Russia

³ Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, Russia

¹ elenkavinodel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9508-7342>

² mihailova_oxana007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4554-9449>

³ shelk49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1335-1718>

Abstract. *The technology peculiarities of sugar free puree based on the raw material of Altai selection obtained at the forest-steppe zone of the Altai Territory have not been sufficiently studied yet. Plenty of technology details, as well as elaboration of the regulatory and technical documentation for a new type of product, are relevant and have significant scientific novelty. The fruit puree can be utilized as a final product or as food filler of high functional value.*

For preparing sugar free puree the fruits were inspected, washed, blanched, crushed and rubbed through a sieve with a mesh diameter of 0.7-1.5 mm. The obtaining mass was boiled, packaged, pasteurized at a temperature of 95°C and hermetically closed.

New types of canning products obtained from honeysuckle and black currant are distinguished by high acidity: 4.15-4.70 % in honeysuckle and 3.00-3.40 % in black currant. The minimum value of titratable acidity was noted in apple products – 1.02-1.14 %. The content of sugars in puree ranges from 6.6 up to 11.8 g/100 g. The maximum value was noted in puree from apples, the minimum – in a sample of seabuckthorn variety Avgustina. The minimum content of polyphenols was noted in apple puree (171-174 mg/100 g), the maximum – in honeysuckle samples (604-830 mg/100 g). In seabuckthorn puree the content of polyphenols is 133-290 mg/100 g, in black currant 159-567 mg/100 g. Sugar free puree in terms of physical and chemical composition have quite significant varietal differences.

Technological instructions as well as technical specifications for sugar free puree from fruit and berry raw materials of Altai selection have been developed.

Keywords: *puree, canning, organoleptic evaluation, variety, seabuckthorn, honeysuckle, black currant, apple, fruits, berries.*

For citation: Skorospelova, E. V., Mikhailova, O. Yu. & Shelkovskaya, N. K. (2022). Technological aspects of sugar free puree production from fruit and berry raw material of altai varieties. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 100-105. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.012. EDN: <https://elibrary.ru/WQWNIK>.

ВВЕДЕНИЕ

Плоды и ягоды являются важнейшей и незаменимой составной частью качественно-го, рационального питания, обеспечивающей здоровье и долголетие человека. Они содержат легкоусвояемые сахара, органические кислоты, микроэлементы, витамины, ферменты и другие биологически активные вещества, обладают терапевтическими и диетическими свойствами [1].

Смородина черная по содержанию витаминов С и Р занимает одно из первых мест среди плодовых и ягодных растений. Ягоды смородины черной содержат сахара от 5 до

POLZUNOVSKIY VESTNIK № 4, Т.1 2022

8 г/100 г при кислотности 1,8-4,0 % и обладают неповторимым стойким ароматом, являясь прекрасным сырьем для приготовления высококачественных продуктов переработки [2].

Яблоки имеют богатый биохимический состав. Содержание сахаров колеблется от 6 до 15 г/100 г, титруемая кислотность – 0,5 до 2,0 % [2]. Плоды яблонь полукультурок, несущих гены *M. Vaccata* (L.) Borkh., богаты катехинами, лейкоантоцианами, флавонолами, хлорогеновой кислотой.

В плодах облепихи накапливаются в значительных количествах витамины С, Е, каротины, фенольные соединения – катехи-

ны, лейкоантоцианы, флавонолы, а также витамины группы В – тиамин, рибофлавин, фолиевая кислота, витамин РР – никотинамид, витамин К. Содержание сахаров в среднем составляет 4,0-6,0 г/100 г, титруемая кислотность – 1,0-3,0% [2, 3, 4].

Жимолость для консервирования может представлять большой интерес, как самая рано созревающая культура. Ягоды жимолости богаты витаминами С, В₁, В₁₂, В₉, К, Р. Комплекс Р-активных соединений представлен антоцианами, катехинами, фенолкарбоновыми кислотами, среди которых преобладает хлорогеновая. Отмечено существенное накопление в ягодах жимолости сорбита и инозита [2, 5].

В России из плодов и ягод преимущественно вырабатываются пюреобразные продукты, соки и напитки [6].

Переработка малотранспортабельного и скоропортящегося сырья (плодов и ягод) в длительно сохраняющуюся пищевую продукцию способствует более полному их использованию и дает возможность населению страны потреблять консервированные продукты питания с богатым содержанием минеральных веществ и витаминов в течение круглого года [6]. К таким продуктам относится протертая масса без сахара (фруктовое пюре).

Фруктовое пюре – продукт, изготовленный из свежих или сохраненных свежими, или быстрозамороженных фруктов, подготовленных путем протирания съедобных частей без последующего отделения сока или мякоти.

Пюре из плодов является ценным и безопасным сырьем, что позволяет использовать его в качестве самостоятельного продукта и как физиологически функциональный наполнитель для традиционных продуктов питания.

Значение особенностей биохимического состава, продуктивности плодов, является не только основой рационального использования растительного сырья, но и способствует расширению ассортимента функциональных продуктов [7, 8].

Исследования протертых масс в России проводились на таких культурах как малина, смородина черная, облепиха, вишня, черноплодная рябина, черника, яблоня [6-11]. Протертые массы изготавливались по стандартной технологии – с добавлением сахара. ГОСТа на выработку протертых масс без сахара нет.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что особенности технологии производства протертых масс без сахара из плодов и ягод сортов алтайской селекции,

выращенных в лесостепной зоне Алтайского края, не достаточно изучены. Поэтому многие вопросы технологии производства протертых масс без сахара, а также разработка нормативно-технической документации на новый вид продуктов актуальны, своевременны, имеют научную новизну и требуют глубоких исследований.

ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в лаборатории индустриальных технологий отдела «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко» ФГБНУ ФАНЦА в 2019...2020 гг.

Объекты исследований: протертые массы без сахара из плодов и ягод сортов алтайской селекции.

Физико-химические исследования протертых масс без сахара проводили по ГОСТ: ISO 750; ISO 2173-2013; 8756.13-87. Общее содержание полифенолов определяли с реактивом Фолина-Чокальтеу. Анализы проведены в 3-х кратной повторности. Органолептическая оценка проведена по ГОСТ 8756.1-2017.

Цель работы: Разработка и оценка качества плодовых и ягодных протертых масс без сахара из сырья сортов алтайской селекции, обладающих высокой пищевой и биологической ценностью и оценка их физико-химических и органолептических качеств.

Научные исследования представляют новизну и актуальность для разработки технологических инструкций (ТИ), технических условий (ТУ) и внедрения в промышленное производство.

Задачи исследований:

1. Изучить физико-химический состав протертых масс без сахара.
2. Дать дегустационную оценку новым продуктам консервирования и выявить сортовое отличие.
3. Разработать нормативно-техническую документацию (ТУ и ТИ) на новый продукт консервирования – протертые массы без сахара.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Ягоды и плоды подвергали инспекции, мойке, далее бланшировали при температуре 40-60°C, дробили и протирали через капроновое сито с диаметром ячеек 0,7-1,5 мм на ручной протирке. Полученную массу уваривали, фасовали, пастеризовали на водяной бане, герметично укупоривали. Технологическая схема приготовления плодовых и ягодных протертых масс

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОТЕРТЫХ МАСС БЕЗ САХАРА НА ОСНОВЕ ПЛОДОВОГО И ЯГОДНОГО СЫРЬЯ АЛТАЙСКОГО СОРТИМЕНТА

без сахара представлена на рисунке 1. Пастеризацию осуществляли открытым способом при температуре 95°C в течение 5 мин – 0,2 л, 10 мин. – 0,5 л. Продукцию герметично укупоривали. Консервы поставлены на хранение при температуре до 15°C.



Рисунок 1 – Технологическая схема приготовления протертых масс без сахара

Figure 1 – Technological scheme of preparation of pureed masses without sugar

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Протертые массы без сахара, приготовленные из плодов и ягод, исследованы по основным физико-химическим показателям (таблица).

Новые виды продуктов консервирования, полученные из ягод жимолости и смородины черной, отличаются высокой титруемой кислотностью: 4,15-4,70% в жимолостных и 3,00-3,40% в черносмородиновых. Минимальное значение титруемой кислотности отмечено в продуктах из яблок – 1,02-1,14%.

Содержание сахаров в протертых массах колеблется от 6,6 до 11,8 г/100 г. Максимальное содержание сахаров (10,1-11,8 мг/100 г) отмечено в протертых массах из яблок, минимальное (6,6 мг/100 г) – в протертой массе из облепихи сорта Августина. В остальных образцах содержание сахаров находится на одном уровне.

По общему содержанию фенольных веществ минимальное значение отмечено в яблочных протертых массах (171-174 мг/100 г), максимальное – в протертых массах из ягод жимолости (604-830 мг/100 г). В облепиховых протертых массах содержание полифенолов варьирует на уровне 133-290 мг/100 г, в черносмородиновых – 159-567 мг/100 г.

По физико-химическому составу протертых масс существенные различия наблюдаются в образцах из облепихи. Протертая масса сорта Августина отличается от протертой массы сорта Алтайская меньшим содержанием сахаров и полифенолов.

Таблица 1 – Физико-химический состав протертых масс без сахара

Table 1 – Physico-chemical composition of pureed masses without sugar

| Культура, сорт | Титруемая кислотность, % | РСВ, % | Сумма полифенолов, мг/100 г | Сахара, г/100 г | Дегустационная оценка, балл |
|---------------------|--------------------------|-----------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Жимолость | | | | | |
| Берель | 4,15 | 17,0 | 830 | 9,5 | 4,6 |
| Викинг | 4,70 | 19,5 | 604 | 9,8 | 4,5 |
| X±m | 4,43±0,39 | 18,3±1,77 | 717±159,81 | 9,7±0,21 | 4,6±0,07 |
| Смородина черная | | | | | |
| Лама | 3,40 | 16,8 | 567 | 9,1 | 4,6 |
| Памяти Кухарского | 3,00 | 14,6 | 159 | 7,9 | 4,5 |
| X±m | 3,20±0,28 | 15,7±1,56 | 363±288,5 | 8,5±0,85 | 4,6±0,07 |
| Яблоня | | | | | |
| Жебровское | 1,14 | 15,4 | 174 | 11,8 | 4,9 |
| Юбилейное Калининой | 1,02 | 15,2 | 171 | 10,1 | 4,6 |
| X±m | 1,08±0,08 | 15,3±0,14 | 173±2,12 | 11,0±1,20 | 4,8±0,21 |
| Облепиха | | | | | |
| Алтайская | 1,17 | 11,15 | 290 | 8,7 | 4,9 |
| Августина | 1,90 | 11,00 | 133 | 6,6 | 4,4 |
| X±m | 1,54±0,52 | 11,1±0,11 | 212±111,02 | 7,7±1,48 | 4,7±0,35 |

Протертая масса из яблок сорта Юбилейное Калининой содержит меньшее количество сахаров в сравнении с протертой массой сорта Жебровское. Протертая масса из жимолости сорта Викинг имеет меньшие значения по содержанию полифенолов и большую кислотность по сравнению с протертой массой сорта Берель. Большими значениями всех исследуемых показателей отличается протертая масса без сахара из смородины черной сорта Лама в сравнении с протертой массой сорта Памяти Кухарского.

По внешнему виду, консистенции, вкусу, запаху и цвету, протертые массы из жимолости, смородины черной, яблок и облепихи соответствуют требованиям ГОСТ Р 54681-2011. Дегустационная оценка варьирует от 4,4 до 4,9 балла. Максимальные оценки в протертых массах без сахара из яблок сорта Жебровское и облепихи сорта Алтайская. Минимальная оценка в образце из облепихи сорта Августина – 4,4 балла.

Результатом данной работы стали технологические инструкции и технические условия по производству протертых масс без сахара.

ВЫВОДЫ

1. Протертые массы без сахара по физико-химическому составу имеют существенные отличия. В образце из облепихи сорта Августина отмечено меньшее содержание сахаров, полифенольных соединений в сравнении с образцом сорта Алтайская. В продукте из яблок сорта Юбилейное Калининой содержится меньшее количество сахаров в сравнении с образцом сорта Жебровское. Протертая масса из жимолости сорта Викинг имеет меньшие значения по содержанию полифенолов и большую кислотность по сравнению с образцом сорта Берель. Протертая масса без сахара из смородины черной сорта Лама содержит большее количество сахаров, кислот и фенольных соединений в сравнении с образцом сорта Памяти Кухарского.

2. Дегустационная оценка в исследуемых протертых массах без сахара варьирует в пределах от 4,4 до 4,9 балла. Максимальные оценки (4,9 балла) в протертых массах без сахара из яблок сорта Жебровское и облепихи сорта Алтайская. Минимальная оценка в образце из облепихи сорта Августина – 4,4 балла.

3. По основным органолептическим показателям протертые массы без сахара из жимолости, смородины черной, яблок и облепихи соответствуют требованиям ГОСТ Р 54681-2011.

4. Разработаны ТИ (технологические ин-

струкции) и ТУ (технические условия) по производству протертых масс без сахара из плодового и ягодного сырья селекции НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов М.Ю., Макаров В.Н., Жбанова Е.В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 2. С. 56-60. doi 10.24411/0235-2451-2019-10214.
2. Калинина И.П. Помология. Новосибирск, 2005. 565 с.
3. Кондратьева И.А., Бородулина И.Д., Зубарев Ю.А. Содержание каротиноидов в плодах облепихи крушиновидной в условиях лесостепной зоны Алтайского края // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2020. Т.19. № 2. С. 11-14. doi 10.14258/pbssm.2020065.
4. Пантелеева Е.И., Зубарев Ю.А., Гунин А.В. Оценка показателей качества плодов сортов и гибридов облепихи алтайской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 4(162). С. 62-68.
5. Колесниченко М.Н., Козубаева Л.А. Химический состав и применение плодов жимолости // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XIV научно-практической конференции. Барнаул: АлтГТУ, 2013. – С.20-22.
6. Лучина Н.А. Товароведная характеристика плодово-ягодных консервов // Техника и технология пищевых производств. 2009. № 3. С. 66-70.
7. Воронина М.С., Макарова Н.В. Продукты переработки ягод как перспективные источники антиоксидантов // Актуальные проблемы и пути их решения в производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции: материалы научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Ставрополь, 2015. – С. 24-27.
8. Чепелева Г.Г., Гуленкова Г.С. Функциональные продукты на основе плодов облепихи крушиновидной // Вестник КрасГАУ. 2012. № 9. С. 206-210.
9. Блиева М.В., Хадзегова М.А. Исследование содержания антиоксидантов в свежих ягодах и продуктах их переработки // Современные научные исследования и разработки. 2017. №3 (11). С. 66-68.
10. Гуленкова Г.С., Веретнова О.Ю. Технология получения пюре из плодов облепихи // Вестник КрасГАУ. 2015. № 6. С. 149-154.
11. Макарова Н.В., Зюзина А.В. Исследование антиоксидантной активности по методу DPPH полуфабрикатов производства соков // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 3.

Информация об авторах

Е. В. Скороспелова — научный сотрудник Федерального Алтайского научного центра агроботехнологий.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОТЕРТЫХ МАСС БЕЗ САХАРА НА ОСНОВЕ ПЛОДОВОГО И ЯГОДНОГО СЫРЬЯ АЛТАЙСКОГО СОРТИМЕНТА

О. Ю. Михайлова — младший научный сотрудник Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий.

Н. К. Шелковская — доцент кафедры технологии бродильных производств и виноделия Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

REFERENCES

1. Akimov, M.Yu., Makarov, V.N. & Zhbanova, E.V. (2019). The role of fruits and berries in providing a person with vital biologically active substances. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 33 (2), 56-60. (In Russ.). doi 10.24411/0235-2451-2019-10214.
2. Kalinina, I.P. (2005). *Pomology*. Novosibirsk. (In Russ.).
3. Kondrat'eva, I.A., Borodulina, I.D. & Zubarev, Yu.A. (2020). The content of carotenoids in the fruits of sea buckthorn buckthorn in the conditions of the forest-steppe zone of the Altai Territory. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*, 19 (2), 11-14. (In Russ.). doi 10.14258/pbssm.2020065.
4. Panteleeva, E.I., Zubarev, Yu.A. & Gunin, A.V. (2018). Evaluation of quality indicators of fruit varieties and hybrids of sea buckthorn Altai breeding. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, (4), 62-68. (In Russ.).
5. Kolesnichenko, M.N. & Kozubaeva, L.A. (2013). The chemical composition and use of honeysuckle fruits. *Materials of the XIV scientific and practical conference «Modern problems of engineering and technology of food production»*. Barnaul: ASTU. (In Russ.).
6. Luchina, N.A. (2009). Commodity characteristics of canned fruits and berries. *Technics and technology of food production*, (3), 66-70. (In Russ.).

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.

7. Voronina, M.S. & Makarova, N.V. (2015). Berry processing products as promising sources of antioxidants. *Materials of the scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists «Actual problems and ways to solve them in the production, storage and processing of agricultural products»*. Stavropol. (In Russ.).

8. Chepeleva, G.G. & Gulenkova, G.S. (2012). Functional products based on sea buckthorn pilaf. *Bulletin of the KrasSAU*, (9), 206-210. (In Russ.).

9. Blieva, M.V. & Hadzegova, M.A. (2012). The study of the content of antioxidants in fresh berries and products of their processing *Modern research and development*, (3), 66-68. (In Russ.).

10. Gulenkova, G.S. & Veretnova, O.Yu. (2015). Technology for obtaining puree from sea buckthorn fruits. *Bulletin of the KrasSAU*, (6), 149-154. (In Russ.).

11. Makarova, N.V. & Zyuzina, A.V. (2011). Investigation of antioxidant activity by the DPPH method of semi-finished products of juice production. *Technics and technology of food production*, (3). (In Russ.).

Information about the authors

E. V. Skorospelova — Researcher at the Federal Altai scientific center for agrobiotechnology.

O. Yu. Mikhailova — Junior Researcher at the Federal Altai scientific center for agrobiotechnology.

N. K. Shelkovskaya — Associate Professor of the Department of Technology of Fermentation and Winemaking, Polzunov Altai State Technical University.



Научная статья

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)

УДК 637.521

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.013

 EDN: RYCTNA

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ БАРАНИНЫ

Аркадий Канурович Натыров¹, Баатр Канурович Болаев²,
Оксана Николаевна Кониева³, Гилян Васильевна Федотова⁴

^{1, 2, 3} Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова, Элиста, Россия

⁴ Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Россия

¹ natyrov_ak@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3219-0836>

² kanur64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8210-9971>

³ oksanakonieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6117-2354>

⁴ g_evgeeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6597-0000>

Аннотация. Мясные продукты занимают важное место в рационе человека, восполняя потребность в незаменимых аминокислотах и белках животного происхождения. Широкий ассортимент предлагаемых мясных продуктов, представленный в торговых сетях, необходимо постоянно расширять продуктами из местного мясного и растительного сырья. Развитие мясного овцеводства и увеличение объемов экспортируемой российской баранины формирует предпосылки для расширения технологий переработки и производства мясных продуктов на ее основе. Оригинальные рецептуры мясных продуктов на основе баранины позволяют более широко использовать данный вид мясного сырья в пищевой промышленности. Выпуск готовых мясных продуктов на рынок возможность обогатить рациона новыми аутентичными мясными продуктами. Разработанная учеными Калмыцкого государственного университета имени Б. Б. Городовикова рецептура колбасного изделия «Ханская» дополнена инновационной рецептурой обогащения мясного продукта растительным тыквенно-нутовым комплексом. Изготовленные опытные образцы продукта с добавлением 10 % и 15 % растительного комплекса исследованы в лабораторных условиях университета. Проведена оценка технологических показателей образцов продукта, пищевой, биологической, энергетической ценности образцов; исследовано содержание влаги и поваренной соли. По результатам оценки сделаны выводы о более высоком содержании полезных веществ в опытном образце 2 по сравнению с образцом 1 и контролем: содержание белка выросло на 17,9 % и 11,6 % соответственно. Кроме того, в опытных образцах 1 и 2 появились витамины, которых не было в контрольном образце: В₃ в количестве 1,1 мг и 1,2 мг; Е в количестве 1,0 мг и 1,2 мг; РР в количестве 2,6 мг и 2,84 мг соответственно. Результаты органолептической оценки показали, что благодаря введению растительного комплекса в оригинальную рецептуру колбасы «Ханская» опытные образцы обладали лучшими качественными характеристиками. На основе проведенных исследований сделаны выводы о широких перспективах применения баранины в качестве базового мясного сырья для готовых продуктов.

Ключевые слова: баранина, мясной продукт, колбаса, тыква, нут, растительный комплекс, пищевая ценность.

Для цитирования: Улучшение качественных характеристик мясных продуктов из баранины / А. К. Натыров [и др.] // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 106–113. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.013. EDN: <https://elibrary.ru/RYCTNA>.

Original article

IMPROVEMENT OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF LAMB MEAT PRODUCTS

Arkady K. Natyrov ¹, Baatr K. Bolaev ², Oksana N. Konieva ³, Gilyan V. Fedotova ⁴

^{1,2,3} Kalmyk State University B.B. Gorodovikova, Elista, Russia

⁴ Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia, Volgograd, Russia

¹ natyrov_ak@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3219-0836>

² kanur64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8210-9971>

³ oksanakonieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6117-2354>

⁴ g_evgeeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6597-0000>

Abstract. Meat products occupy an important place in the diet of a modern person, they fill the human need for essential amino acids and proteins of animal origin. A wide range of offered meat products, presented in retail chains, must be constantly expanded with products from local meat and vegetable raw materials. The development of meat sheep breeding and the increase in the volume of exported Russian mutton forms the prerequisites for expanding the processing technologies and production of meat products based on it. The original recipes of mutton-based meat products make it possible to use this type of meat raw material more widely in the food industry. The release of finished meat products to the market will provide an opportunity to enrich the diets with new authentic meat products. The developed recipe for the sausage product "Khanskaya" by scientists of the Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov is supplemented with an innovative technology for enriching the meat product with a vegetable pumpkin-chickpea complex. Manufactured prototypes of the product with 10 % and 15 % addition of the plant complex were studied in the laboratory conditions of the university. An assessment of the food, biological, energy value of the samples was carried out; the content of moisture and table salt was investigated. Based on the evaluation results, conclusions were drawn about a higher content of useful substances in experimental sample 2 compared to sample 1 and control: the protein content increased by 17.9 % and 11.6 %, respectively. In addition, in experimental samples 1 and 2, vitamins appeared that were not in the control sample: B3 in the amount of 1.1 mg and 1.2 mg; E in the amount of 1.0 mg and 1.2 mg; PP in the amount of 2.6 mg and 2.84 mg, respectively. The results of the organoleptic evaluation showed that due to the introduction of the plant complex into the original recipe of the «Khanskaya» sausage, the prototypes had the best quality characteristics. On the basis of the conducted research, conclusions were drawn about the broad prospects for the use of lamb as a basic meat raw material for finished products.

Keywords: lamb, meat product, sausage, pumpkin, chickpeas, plant complex, nutritional value.

For citation: Natyrov, A. K., Bolaev, B. K., Konieva, O. N. & Fedotova, G. V. (2022). Improving the quality characteristics of lamb meat products. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 106-113. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.013. EDN: <https://elibrary.ru/RYCTNA>.

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача мясной промышленности заключается в насыщении продовольственного рынка конкурентоспособной продукцией из местного сырья. В последние годы отечественный рынок дополняется ассортиментом готовых мясных продуктов от российских производителей. Оценка ассортиментного ряда свидетельствует, что для производства готовых форм используют сырье из мяса птиц, свиней, КРС, в то время как баранина в отечественной перерабатывающей промыш-

ленности практически не используется.

Объемы производства баранины в последние годы выросли [1], что доказывает возможность ее промышленной переработки и производства готовых мясных продуктов, как для внутреннего, так и для внешнего рынка. Сегодня баранина экспортируется в виде готовых туш и отрубов, но для максимизации прибавочной стоимости целесообразно перерабатывать баранину и экспортировать готовые мясные продукты.

Качественные характеристики баранины зависят от породных особенностей и откорма

животных. В исследовании было использовано мясное сырье, полученное от животных породы «калмыцкая курдючная», которая отличается своей генетической способностью к «мраморизации» мяса. Данную особенность породы отмечали в своих исследованиях отечественные авторы [1, 2]. Тем не менее, несмотря на высококачественные органолептические показатели, данное мясное сырье не применяется в перерабатывающей промышленности и не пользуется популярностью среди населения.

Основная проблема непопулярности данного вида мяса у потребителей – специфические запах и вкус, которые не позволяют оценить достаточно функционально-технологические свойства этого мясного сырья. В этой связи для расширения возможностей производственного применения необходимо использовать добавки растительного происхождения в мясные фарши на основе баранины [3–5]. Растительные компоненты в мясных продуктах позволяют улучшить их органолептические свойства [6, 7]. Поэтому необходимо разрабатывать оригинальные инновационные рецептуры производства мясных продуктов из баранины и удовлетворять ими внутренний спрос на аутентичные продукты из местного сырья [8, 9].

В связи с вышесказанным, основной целью данного исследования является возможность улучшения органолептических свойств мясных продуктов на основе баранины за счет добавления в оригинальную рецептуру растительного комплекса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования в рамках поставленных задач были проведены на базе комплексной аналитической лаборатории кафедры аграрных технологий и переработки сырья Калмыцкого государственного университета имени Б. Б. Городовикова. Для получения готовых образцов определены оптимальные соотношения мясных и растительных компонентов.

Подготовка проб к исследованиям проведена при помощи общепринятых методов ГОСТ 9792-73, ГОСТ 26929-94.

Функционально-технологические свойства образцов мясных продуктов определены согласно методическим указаниям по таким критериям, как влагосвязывающая способность (определена методом прессования по Грау и Хамму), влагоудерживающая способность (оценивалась по количеству влаги, отделившейся в процессе термической обра-

ботки), pH среды (потенциометрически), потери при тепловой обработке (как разница между массами до и после обработки), усилие резания – на приборе Уорнера-Братцлера в лаборатории КалмГУ.

Оценка физико-химических показателей готовых образцов проводилась посредством определения массовой доли жира (ГОСТ 23042-2015), массовой доли белка (ГОСТ 25011-2017, метод Кьельдаля), массовой доли воды (ГОСТ Р 54951-2012), массовой доли золы (ГОСТ 15113.8-77), массовой доли поваренной соли (ГОСТ 99557-73, метод Мора).

Методом экспертного опроса проведена органолептическая оценка готовых образцов по 5-балльной шкале. Эксперты сравнили образцы готовых колбас из баранины «Ханская», изготовленных по оригинальной рецептуре (контроль) и инновационной с добавлением 10 % и 15 % растительного комплекса (опыт 1 и опыт 2).

Объектами исследования служили образцы готовых мясных продуктов из баранины, приготовленные по базовой и экспериментальной рецептуре. С целью улучшения качественных характеристик и устранения специфического привкуса и запаха баранины внесены корректировки в базовую рецептуру варено-копченого колбасного изделия. Так, часть мясного фарша заменена на тыквенно-нутовый комплекс. Такое технологическое решение было обосновано необходимостью снижения калорийности готового изделия и улучшения аромата и вкуса фарша.

На основе традиционной рецептуры производства колбасного изделия «Ханская» разработана инновационная рецептура колбасного изделия «Ханская ТН», направленная на дополнительное обогащение традиционного колбасного изделия полезными ингредиентами растительного происхождения и улучшения органолептических свойств продукта.

Соотношение компонентов в используемом тыквенно-нутовом комплексе составляет 50 % нутовой муки и 50 % муки из семян тыквы. Процесс приготовления комплекса включает в себя очистку семян тыквы и нута, их замачивание в кислом буферном растворе (pH 3,5–4,0) с соблюдением определенного температурного режима 30 ± 2 °C на период до 12 ч, проращивание при комнатной температуре в течение 24 ч, сушку и плющение семян, измельчение в молотковой дробилке до частиц, проходящих через сито с диаметром ячеек 3 мм, смешения между собой до готового тыквенно-нутового комплекса.

Комплексная разделка туш производилась с учетом национальных особенностей, традиций и обычаев кочевых народов – по суставным частям, что исключает попадание мелких осколков костей в мышечные ткани. Мясное сырье для приготовления колбасных изделий подвергали разделке и обвалке в производственных помещениях убойного цеха подсобного фермерского хозяйства университета с соблюдением температурного режима от +10 до +14 °С и относительной влажности в помещении не выше 70–75 %.

Основой для производства мясного продукта служили бараньи полутуши, охлажденные до температуры от +4 до +6 °С. С целью производства мясного продукта мясное сырье выделяли из лопаточной и тазобедренной части бараньих полутуш 1-го и 2-го сорта. С выделенных кусков удаляли сухожилия, хрящи, формировали куски мясного сырья массой от 0,3 до 0,5 кг с мышечной тканью и не более 20 % жировой ткани.

Готовые колбасные батоны были навешены на подвесы, на которых подвергались термической обработке (осадка, варка и копчение). Затем батоны охлаждали до 35 °С и доохлаждали в холодильных камерах до 8 °С, после чего этикетировали и упаковывали в ящики. Ящики с готовыми батонами поступали на хранение при температуре 0–6 °С не более, чем на 35 суток.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе утвержденных технологических решений разработана рецептурная таблица варено-колбасных изделий из баранины (таблица 1).

В качестве инновационной добавки в оригинальную рецептуру колбасы «Ханская» введен тыквенно-нутовый комплекс в количе-

стве 10 и 15 кг / 100 кг мясного сырья. Особенность получения растительного комплекса заключается в технологии его обработки горячей экструзией при температуре от 120 до 160 °С и с давлением до 50 атм. Такая процедура позволяет уничтожить патогенную микрофлору, улучшить запах и вкусовые качества, повысить питательную ценность растительного сырья (таблица 2). Так, в результате обработки в составе опытных образцов появляется растительный белок и общее содержание белка увеличивается с 27 % до 34,9 %; при этом снизилась доля жира и углеводов. Полученный таким образом экструдированный растительный комплекс позволяет увеличить усвояемость готового мясного продукта [10, 11]. Нагрев до высоких температур вызывает декстринизацию крахмала, то есть способствует образованию легкорастворимых углеводов, а наличие влаги в сочетании с высокой температурой способствует его клейстеризации [12–14].

Лабораторные исследования структурно-механических свойств экструдированной тыквенно-нутовой смеси доказали возможность её применения в существующей технологии производства мясных изделий без усложнения технологического процесса. Богатый набор питательных веществ экструдированного тыквенно-нута дает возможность улучшить качественные характеристики традиционной бараньей колбасы витаминами и питательными веществами растительного происхождения [15, 16].

Согласно разработанным рецептурам выработаны образцы мясных продуктов и исследованы их технологические показатели. Для оценки приемлемости мяса для производства колбас приоритетное значение имеют показатели ВУС, ВСС и ЖУС. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Экспериментальные рецептуры колбасных изделий

Table 1 – Experimental sausage recipes

| Наименование сырья | Образцы | | |
|---|---------------------|----------------------|----------------------|
| | контроль, «Ханская» | опыт 1, «Ханская ТН» | опыт 2, «Ханская ТН» |
| Баранина жилованная 1-го сорта, кг /100 кг | 57 | 23 | 10 |
| Баранина жилованная 2-го сорта, кг / 100 кг | 13 | 47 | 55 |
| Шпик свиной, кг / 100 кг | 30 | 20 | 20 |
| Тыквенно-нутовый комплекс, кг / 100 кг | – | 10 | 15 |
| Нитритная соль, кг / 100 кг | 1 | 1 | 1 |
| Перец черный молотый, кг / 100 кг | 1 | 1 | 1 |
| Вода питьевая, кг / 100 кг | 10 | 15 | 15 |

Таблица 2 – Химический состав необработанного и экструдированного тыквенно-нутового комплекса

Table 2 – Chemical composition of raw and extruded pumpkin-chickpea complex

| Наименование показателя | Тыквенно-нутовый комплекс, % к сухому веществу | |
|-------------------------|--|------------------|
| | необработанный | экструдированный |
| Белок | 27,00 | 34,94 |
| Жир | 5,48 | 2,97 |
| Углеводы, | 58,98 | 47,87 |
| в т.ч. крахмал | 51,36 | 32,94 |
| Стахиоза | 2,46 | 1,47 |
| Вербаскоза | 4,23 | 2,63 |
| Раффиноза | 1,08 | 0,53 |

Данные оценки функционально-технологических свойств готовых образцов мясных продуктов из баранины показывают, что наилучшими свойствами обладает образец с добавлением 15 % растительного комплекса (2). Благодаря появлению растительного белка в составе фаршевых систем в опытных образцах, по сравнению с контрольным, при параллельном снижении жира сократились потери при тепловой обработке, что способствует повышению выхода готового продукта. Кроме того, улучшились влаговсвязывающие и влагоудерживающие способности в опытных образцах, что обеспечило более мягкую консистенцию готового продукта и уменьшение усилия среза. Показатель жирудерживающей способности фарша также вырос, и максимальное значение его в опытном образце 2.

Пищевую ценность готовых изделий оценивали посредством определения количества белков, жиров, углеводов в 100 г продукта. Биологическую ценность рассчитывали по содержанию макро- и микроэлементов (таблица 4).

Согласно расчетам, готовые образцы колбасных продуктов по своей пищевой и биологической ценности практически сопо-

ставимы. Небольшая разница при сравнении контрольного образца с опытными наблюдается в содержании жиров, что достигнуто за счет уменьшения доли шпика свиного в рецептуре опытных образцов. Содержание воды в опытном образце 2 немного выше, чем в других образцах, что объясняется появлением растительного белка в составе фаршевой системы. По содержанию магния, витаминов В₃, Е, РР, С лидирует опытный образец 2, на 15 % обогащенный растительным комплексом; по энергетической ценности лучший показатель у опытного образца 2. В контрольном образце отмеченных витаминов нет.

Результаты определения массовой доли влаги и поваренной соли в исследуемых образцах показали, что эти показатели находятся в пределах допустимых значений для варено-копченых колбасных изделий. Так, массовая доля влаги образцов с добавлением 15 % комплекса – 69,4 %; она близка к значению массовой доли влаги образца с добавлением 10 % комплекса – 68,8% и соответствует нормативному значению для варено-копченых колбас; содержание поваренной соли в образцах также не превышает нормативного значения.

Таблица 3 – Функционально-технологические свойства готовых образцов

Table 3 – Functional and technological indicators of finished samples

| Наименование показателя | Значение показателя | | |
|----------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| | «Ханская», контроль | «Ханская ТН» 10%, опыт 1 | «Ханская ТН» 15%, опыт 2 |
| ВУС, % | 62,3 | 63,1 | 64,3 |
| ВСС, % | 52,5 | 53,6 | 54,1 |
| ЖУС, % | 65,4 | 69,8 | 70,4 |
| Усилие среза, кг/см ² | 18,9 | 16,4 | 15,2 |

Таблица 4 – Пищевая, биологическая и энергетическая ценность

Table 4 – Nutritional, biological and energy value

| Наименование показателя | Образцы | | |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | контроль, «Ханская» | опыт 1, «Ханская ТН» | опыт 2, «Ханская ТН» |
| Белки | 17,3 | 19,3 | 20,4 |
| Жиры | 22,2 | 15,3 | 15,8 |
| Углеводы | 2,7 | 4,5 | 5,1 |
| Влага | 60,8 | 68,8 | 69,4 |
| NaCl | 2,77 | 2,75 | 2,75 |
| Магний, мг | 21 | 22 | 23 |
| Витамин В3 | 0 | 1,1 | 1,2 |
| Витамин Е | 0 | 1,0 | 1,2 |
| Витамин РР, мг | 0 | 2,6 | 2,84 |
| Энергетическая ценность, ккал | 156,8 | 166,8 | 168,7 |

Органолептическую оценку готовых образцов проводили путем дегустации образцов экспертной комиссией с использованием 5-бальной шкалы. Результаты органолептической оценки подтвердили, что по основным 4 критериям («вкус», «внешний вид», «цвет», «запах») наиболее высокие оценки – у образца «Ханская ТН» 15, что обусловлено введением в оригинальную рецептуру растительно-тыквенно-нутового комплекса; этот образец получил более высокие оценки за цвет, запах и вкус.

Развитие овцеводства в национальных регионах России позволяет расширить базу производства отечественного мясного сырья для перерабатывающей и пищевой промышленности. Баранина, экспортируемая сегодня в виде готовых туш, не подвергается глубокой переработке и не пользуется спросом в пищевой промышленности как базовое мясное сырье. Тем не менее, во многих национальных регионах России данный вид мяса является традиционным и регулярно употребляется в пищу [17, 18].

Полученные в процессе проведенного исследования результаты доказывают необходимость расширения ассортимента базового мясного сырья для производства готовых мясных продуктов. Результаты проведенного исследования позволяют согласиться с авторами, которые уже на протяжении ряда лет ведут работу по исследованию технологических качеств баранины [6].

Инновационные предложения по введению в оригинальные рецептуры растительных комплексов (в нашем случае – тыквенно-нутового комплекса) позволяют получить готовые мясные продукты с более привлека-

тельными органолептическими свойствами для потребителя. Дополнение аутентичной рецептуры мясного продукта из баранины растительными компонентами позволяет расширить ассортимент и улучшить потребительские качества таких колбас. Новые рецептуры открывают перспективы для развития отечественного мясного овцеводства, поэтому будущие исследования должны быть направлены на поиск новых растительных комплексов для производства различных мясных продуктов из баранины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование доказало, что баранина обладает высоким потенциалом для применения в пищевой промышленности в качестве базового сырья для производства мясных продуктов как по оригинальным аутентичным, так и по инновационным рецептурам. Введение в оригинальную рецептуру растительного тыквенно-нутового комплекса позволило значительно улучшить как органолептические, так и технологические показатели готовых продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Церенов И.В., Юлдашбаев Ю.А., Абдулмуслимов А.М., Натиров А.К. Проблемы индустриализации овцеводства России // Индустриальная экономика. 2022. № 4 (2). С. 190-196. DOI 10.47576/2712-7559_2022_4_2_190.
2. Юлдашбаев Ю.А., Арилов А.Н., Неговора В.Ф., Бачаев Б.Ц. Курдючное овцеводство – фактор увеличения мясных ресурсов Калмыкии // Зоотехния. 2010. №5. С. 12-13.
3. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Химический

состав российских продуктов питания: Справочник. Москва: Делипринт, 2002. 236 с.

4. Миколайчик И.Н., Трефилова Л.Л., Попова Н.В. Использование пшеничной клетчатки в технологии мясных рубленых полуфабрикатов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2018. Т. 6. №2. С. 30-35.

5. Гиро Т.М., Чиркова О.И. Мясные продукты с растительными ингредиентами для функционального питания // Мясная индустрия. 2007. №1. С. 43-46.

6. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Федотова Г.В., Григорян Л.Ф. Исследование качества белково-углеводного комплекса в технологии мясных продуктов // Пищевая промышленность. 2019. №4. С. 35-36.

7. Кудряшов Л.С. Функционально-технологические свойства комплекса животных белков / Л.С. Кудряшов, О.А. Кудряшова, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2017. Т. 5. №2. С. 17-24.

8. Ногина А.А., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В. Применение арбиногалактана при производстве колбасных изделий из мясного сырья с отклонениями в процессе автолиза // АПК России. 2017. Т. 24. №1. С. 160-164.

9. Айрапетян А.А., Манжесов В.И. Разработка технологии вареной колбасы с применением растительных компонентов // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. №1. С. 139-144. doi:10.20914/2310-1202-2020-1-139-144.

10. Сложенкина М.И., Стародубова Ю.В. Новый сорт нута (Волжанин 50) – перспективное сырье для текстурирования колбасных изделий // Пищевая промышленность. 2019. №4. С. 98-101.

11. Степанов В.И., Иванов В.В., Шариков А.Ю., Амелякина М.В., Поливановская Д.В., Серба Е.М. Управляемая система непрерывной переработки растительного сырья на основе термомеханических и биокаталитических процессов // Пищевая промышленность. 2019. №4. С. 101-102.

12. Gorlov I.F., Fedotova G.V., Kaydulina A.A., Nasyrov A.K., Grigoryan L.F. Microelement composition of arid pastures: impact on productive qualities of Kazakh white-headed steers // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 341: Conference on Innovations in Agricultural and Rural development (AgroCON-2019) (Kurgan, Russian Federation, 18-19 April, 2019): Proceedings / Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev. [IOP Publishing], 2019. 8 p. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012170.

13. Shchupakova Yu., Vasilevich F. & Petrova Yu. Using modern research methods for identifying specific falsification of prepared lamb meat products marked as "Halal". *BIO Web of Conferences*, 2020. (17). 00206. DOI:10.1051/bioconf/20201700206/

14. Патракова И.С., Гуринович Г.В., Серегин С.А., Мышалова О.М., Патшина М.В., Кудряшов Л.С. Использование полбы и расторопши в рецептурах рубленых полуфабрикатов // Все о

мясе. 2021. № 1. С. 20-23.

15. Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Москаленко Н.Ю., Кудряшова О.А., Кудряшов Л.С. Разработка устройства для увеличения продолжительности хранения пищевой продукции путем обработки низкотемпературной газовой плазмой // Ползуновский вестник. 2021. №1. С. 74-83. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.010.

16. Kudryashov L., Kudryashova O., Tikhonov S. Application of atomization of liquid smoking preparations in the course of production of whole-muscle meat products // AIP Conference Proceedings. Ser. "International Conference on Food Science and Biotechnology, FSAB 2021" 2021. P. 020001.

17. Петрунина И.В., Захаров А.Н., Лисицын А.Б., Горбатов С.А. Отечественный рынок мяса и мясных продуктов – январь-июнь 2022 г // Все о мясе. 2022. №4. С. 14-17. DOI: 10.21323/2071-2499-2022-4-14-17.

18. Кудряшов Л.С., Лисицын А.Б. Качество и безопасность вареных колбас длительного хранения // Мясная индустрия. 2018. №10. С. 12-16.

Информация об авторах

А. К. Натыров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан Аграрного факультета Калмыцкого государственного университета имени Б. Б. Городовикова.

Б. К. Болаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии и животноводства Калмыцкого государственного университета имени Б. Б. Городовикова.

О. Н. Кониева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии и переработки сельскохозяйственной продукции, декан факультета среднего профессионального образования Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова.

Г. В. Федотова – доктор экономических наук, доцент, главный научный сотрудник Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции.

REFERENCES

1. Tserenov, I.V., Yuldashbaev, Yu.A., Abdulmuslimov, A.M. & Nasyrov, A.K. (2022). Problems of industrialization of sheep breeding in Russia. *Industrial Economics*. 4(2S). 190-196. DOI 10.47576/2712-7559_2022_4_2_190. (In Russ.).

2. Yuldashbaev, Yu.A., Arilov, A.N., Negova, V.F. & Bachaev, B. Ts. (2010). Fat tail sheep breeding is a factor in increasing the meat resources of Kalmykia. *Zootechnics*. 5. 12-13. (In Russ.).

3. Skurikhin, I. M. & Tutelyan, V. A. (2002). Chemical composition of Russian food products: Handbook. Delhi print. (In Russ.).

4. Mikolajchik, I.N., Trefilova, L.L. & Popova,

- N.V. (2018) The use of wheat fiber in the technology of meat chopped semi-finished products. *Bulletin of the South Ural State University. Series "Food and Biotechnology"*. (6) 2. 30–35. (In Russ.).
5. Giro, T.M. & Chirkova, O.I. (2007). Meat products with herbal ingredients for functional nutrition. *Meat industry*. (1). 43-46. (In Russ.).
6. Gorlov, I.F., Slozhenkina, M.I., Fedotova, G.V. & Grigoryan, L.F. (2019). Study of the quality of the protein-carbohydrate complex in the technology of meat products. *Food industry*. 4. 35-36. (In Russ.).
7. Kudryashov, L.S., Kudryashova, O.A., Tikhonov, S.L. & Tikhonov, N.V. (2017). Functional and technological properties of the complex of animal proteins. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnologies*. 5(2). 17-24. (In Russ.).
8. Nogina, A.A., Tikhonov, S.L. & Tikhonova, N.V. (2017). The use of arbinogalactan in the production of sausage products from meat raw materials with deviations in the process of autolysis. *APK of Russia*. 24(1). 160-164. (In Russ.).
9. Ajrapetjan, A.A. & Manzhesov, V.I. (2020). Development of boiled sausage technology using vegetable raw ingredients. *Vestnik VGUIT*. (82) 1. 139–144. DOI:10.20914/2310-1202-2020-1-139-144. (in Russ.).
10. Slozhenkina, M.I. & Starodubova, Ju.V. (2019) New grade of chickpeas (Volzhanin 50) — perspective raw material for texturing of sausage products. *Food processing industry. Pisshevaya promyshlennost*. (9) 4. 98–101. (In Russ.).
11. Stepanov, V.I., Ivanov, V.V., Sharikov, A.Yu., Amelyakina, M.V., Polivanovskaya, D.V. & Serba, E.M. (2019). Controlled system of continuous processing of vegetable raw materials based on thermomechanical and biocatalytic processes. *Food industry*. No. 4. P. 101–102. (In Russ.).
12. Gorlov I.F. Fedotova, G.V., Kaydulina, A.A., Natyrov, A.K. & Grigoryan, L.F. (2019). Microelement composition of arid pastures: impact on productive qualities of Kazakh white-headed steers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 341: Conference on Innovations in Agricultural and Rural development (AgroCON-2019) (Kurgan, Russian Federation, 18-19 April, 2019) : Proceedings. Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev. [IOP Publishing]. doi:10.1088/1755-1315/341/1/012170. (In Russ.).
13. Shchupakova, Yu., Vasilevich, F. & Petrova, Yu. (2020). Using modern research methods for identifying specific falsification of prepared lamb meat products marked as "Halal". *BIO Web of Conferences*, (17). 00206. DOI:10.1051/bioconf/20201700206/
14. Patrakova, I.S., Gurinovich, G.V., Seregin, S.A., Myshalova, O.M., Patshina, M.V. & L.S. Kudryashov. (2021). The use of spelt and milk thistle in the recipes of chopped semi-finished products. *All about meat*. 1. 20-23. (In Russ.).
15. Tikhonov, S.L., Tikhonova, N.V., Moskalenko, N.Yu., Kudryashova, O.A. & Kudryashov, L.S. (2021). Development of a device for increasing the duration of storage of food products by processing with low-temperature gas plasma. *Polzunovskiy Bulletin*. 1. 74-83. (In Russ.).
16. Kudrjashov, L.S., Kudrjashova, O.A. & Tihonov, S.L. (2021) Application of atomization of liquid smoking preparations in the course of production of whole-muscle meat products. *AIP Conference Proceedings. Ser. "International Conference on Food Science and Biotechnology, FSAB 2021"*, 020001.
17. Petrunina, I.V., Zakharov, A.N., Lisitsyn, A.B. & Gorbatov, S.A. (2022). Domestic market of meat and meat products - January-June 2022. *All about meat*. 4. 14-17. DOI: 10.21323/2071-2499-2022-4-14-17. (In Russ.).
18. Kudrjashov, L.S. & Lisicyan, A.B. (2018) Quality and safety of long-term storage boiled sausages. *Meat industry*. (10). 12-16. (In Russ.).

Information about the authors

A. K. Natyrov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Dean of the Agrarian Faculty of Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikova.

B. K. Bolaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikova.

O. N. Konieva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Processing of Agricultural Products, Dean of the Faculty of Secondary Vocational Education of Kalmyk State University named after V.I. B.B. Gorodovikova.

G. V. Fedotova – Doctor of Economics, Associate Professor, Chief Researcher of the Volga Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 637.142:532.13

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.014



РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛОЧНЫХ СИСТЕМ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ В АСПЕКТЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО ПЕНООБРАЗОВАНИЯ

Елена Евгеньевна Илларионова¹, Александр Геннадьевич Кручинин²,
Светлана Николаевна Туровская³, Алана Владиславовна Бигаева⁴

^{1, 2, 3, 4} ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»,
Москва, Россия

¹ e_illarionova@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-9390-0984>

² a_kruchinin@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-3227-8133>

³ s_turovskaya@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-5875-9875>

⁴ a_bigaeva@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0001-8400-2465>

Аннотация. Производители концентрированных пищевых продуктов с промежуточной влажностью, вырабатываемых путем диспергирования сухих молочных компонентов в водной среде с последующим добавлением сахара, могут испытывать определенные трудности, связанные с нежелательным пенообразованием (взбитостью) системы. Эффект взбитости возникает вследствие интенсивной механической обработки молочных смесей с достаточно высоким содержанием белков, которые, являясь поверхностно-активными веществами, способствуют повышению эффективности пенообразования и стабилизации образовавшейся пены. При этом на границе раздела фаз воздух/вода интенсифицируются негативные микробиологические и окислительно-восстановительные процессы, а также существенно изменяются реологические характеристики продукта, создавая избыточную вязкость и усложняя работу технологического оборудования. Именно поэтому представляется актуальным получение новых данных о влиянии технологических и физико-химических факторов на степень пенообразования и изменение реологических характеристик в процессе диспергирования концентрированных молочных систем с промежуточной влажностью. В проводимом эксперименте была рассмотрена связь интенсивности механической обработки (частоты вращения ротора) с эффективностью пенообразования в обезжиренных молочных продуктах с промежуточной влажностью при диспергировании, а также последующее термокислотное воздействие на объекты исследования с различной степенью взбитости, изменяющее их реологические показатели. Анализ кинетики динамической вязкости систем с промежуточной влажностью с различной степенью взбитости в условиях совокупного термического воздействия и pH-сдвига в кислую сторону показал положительную корреляцию вязкоупругих свойств объектов исследования с повышением степени пенообразования и кислотности, что предположительно обусловлено влиянием увеличения относительных молекулярных масс белковых фракций в результате термокислотной коагуляции как фактора роста прочности межфазных пленок и устойчивости пенообразования.

Ключевые слова: молоко, продукты с промежуточной влажностью, пенообразование, вязкость, ротационная вискозиметрия.

Для цитирования: Реологические характеристики молочных систем с промежуточной влажностью в аспекте нежелательного пенообразования / Е. Е. Илларионова [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 114–120. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.014. EDN: <https://elibrary.ru/FAMWEI>.

Original article

RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MILK SYSTEMS WITH AN INTERMEDIATE MOISTURE IN THE ASPECT OF UNWANTED FOAMING

Elena E. Illarionova ¹, Aleksandr G. Kruchinin ², Svetlana N. Turovskaya ³,
Alana V. Bigaeva ⁴

^{1, 2, 3, 4} All-Russian Dairy Research Institute

¹ e_illarionova@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-9390-0984>

² a_kruchinin@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-3227-8133>

³ s_turovskaya@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-5875-9875>

⁴ a_bigaeva@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0001-8400-2465>

Abstract. Producers of intermediate moisture concentrated food products, produced by dispersing dry milk components in the aquatic system with a following addition of sugar, may experience some difficulty with its unwanted foaming (overrunning). The overrunning effect occurs due to the intensive mechanical processing of milk mixtures with a sufficiently high content of proteins. Being surfactants, proteins help to increase the efficiency of foaming and stabilize the formed foam. At the same time, negative microbiological and redox processes are intensified at the air/water phase boundary, and the rheological characteristics of the product change significantly, creating excessive viscosity and complicating the operation of technological equipment. That is the reason why it is relevant to obtain new data on the influence of technological and physicochemical factors on the degree of foaming and changes in rheological characteristics in the process of dispersion of concentrated milk systems with intermediate moisture content. In the experiment, we considered the relationship between the intensity of mechanical processing (rotor speed) and the efficiency of foaming in skimmed dairy products with intermediate moisture during dispersion, as well as the subsequent thermal acid effect on objects of study with varying degrees of overrun, which changes their rheological parameters. An analysis of the systems dynamic viscosity kinetics with intermediate moisture content with varying degrees of overrun under conditions of cumulative thermal exposure and pH-shift to the acid side showed a positive correlation of the research objects' viscoelastic properties with an increase in the degree of foaming and acidity. It is presumably due to the influence of an increase in the relative molecular masses of protein fractions as a result of thermal acid coagulation as a factor in the growth of the interfacial films strength and foaming stability.

Keywords: milk, products with intermediate moisture, foaming, viscosity, rotational viscometry.

For citation: Illarionova, E. E., Kruchinin, A. V., Turovskaya, S. N. & Bigaeva, A.G. (2022). Rheological characteristics of milk systems with intermediate moisture in terms of undesirable foaming. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 114-120. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.014. EDN: <https://elibrary.ru/FAMWEI>.

ВВЕДЕНИЕ

Пенообразование представляет собой распространенное явление в производстве пищевых продуктов, когда присутствие поверхностно-активных веществ в их составе обуславливает тонкодисперсное распределение воздуха в системе и способствует стабилизации пены [1–6].

Как следует из практики молочной промышленности, при выработке консервированной молочной продукции появление пены относят к нежелательным эффектам, стиму-

лирующим протекание негативных микробиологических и окислительно-восстановительных процессов на границе раздела фаз. Кроме того, пенообразование, изменяя реологические характеристики пищевых систем, влияет на их органолептические, физико-химические показатели и усложняет работу технологического оборудования [7].

В наибольшей степени это относится к пищевым продуктам, представляющим собой концентрированные системы с промежуточной влажностью, получаемые путем диспергирования сухих молочных компонентов в водной среде, как, например, сгущенные (концентри-

рованы) консервы с сахаром на молочной основе. Технологический процесс их производства сопряжен с необходимостью интенсивного механического воздействия на этапе восстановления молочного сырья. При этом высокая доля азотистых веществ протеиновых фракций, являющихся поверхностно-активными веществами, создает предпосылки к устойчивому пенообразованию в подобных системах [8–10]. Учитывая значительное распространение и расширение ассортимента таких продуктов, представляется актуальным получение новых данных о влиянии технологических и физико-химических факторов в процессе диспергирования сухих молочных компонентов в водной среде на степень пенообразования и изменение реологических характеристик концентрированных молочных систем с промежуточной влажностью.

Цель проводимого эксперимента состояла в анализе влияния различных уровней пенообразования и рН-сдвига системы на изменение динамической вязкости в продуктах с промежуточной влажностью посредством контроля кинетики структурообразования методом динамической реологии.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследования использовали системы с промежуточной влажностью, составленные из сухого обезжиренного молока (СОМ), сахара и дистиллированной воды.

Таблица 1 – Расчетный физико-химический состав объектов исследования

Table 1 - Estimated physical and chemical composition of the objects of study

| Массовая доля, % | | | | | | | |
|------------------|------|--------------|----------|---------------------|---------|----------|---------------------|
| Сухих веществ | Жира | Протеинов | | | Лактозы | Сахарозы | Минеральных веществ |
| | | Общего белка | Казеинов | Сывороточных белков | | | |
| 70,00 | 0,15 | 9,20 | 7,20 | 1,90 | 13,50 | 45,00 | 2,15 |

Приведенный в таблице 1 расчетный физико-химический состав экспериментальных моделей соответствовал базовым показателям нежирных молочных продуктов с промежуточной влажностью, вырабатываемых путем диспергирования сухих молочных компонентов в водной среде с последующим добавлением сахара.

Технология формирования экспериментальных моделей состояла в следующем: воду в соответствии с рецептурой заливали в емкость, оснащенную диспергирующим устройством и термостатом, подогревали до температуры (40 ± 2) °С. Вносили рецептурное количество СОМ и диспергировали две минуты при одном из заданных режимов: частоте вращения ротора менее 200 об/мин (образец А), частоте вращения 500 об/мин (образец В) и частоте вращения 1000 об/мин (образец С) с последующей выдержкой в течение 15 минут при перемешивании для восстановления протеиновых фракций. Восстановленную молочную смесь подогревали до (80 ± 2) °С, добавляли сахар-песок в соответствии с рецептурой и продолжали нагрев до (90 ± 2) °С. В полученных продуктах с промежуточной влажностью производили контроль активной кислотности по ГОСТ 32892-2014 и степени пенообразования (взбитости) в соответствии с ГОСТ 31457-2012. Каждый экспериментальный образец разделяли по массе на 4 части, ранжируя их по величине активной кислотности путем рН-сдвига в кислую или щелочную сторону (с использованием концентрированной молочной кислоты или 1 н р-ра NaOH) от показателя 6,01 исходной контрольной пробы (К) с шагом 0,2 ед. рН для получения экспериментальных моделей с активной кислотностью 5,6/5,8/6,2 – образцы 1, 2 и 3 соответственно. Во всех экспериментальных моделях проводили анализ изменения реологических характеристик посредством контроля динамической вязкости (η , Па·с) в процессе охлаждения с использованием ротационного вискозиметра Brookfield с фиксированным внешним цилиндром и вращающимся измерительным стержнем (шпиндель S34). Перед началом измерения камеру прибора, оснащенную термодатчиком, с 10 мл анализируемой пробы помещали в закрепленный на приборе термостат при температуре $(80,0 \pm 2,0)$ °С и после выдержки в течение 5 мин для прогрева пробы начинали охлаждение системы со скоростью $(2,0 \pm 0,5)$ °С/мин. Одновременно запускали вращение шпинделя с минимальной постоянной скоростью 10 об/мин для фиксации показателей динамической вязкости с периодичностью 0,5 с до достижения температуры образца $(10,0 \pm 0,1)$ °С. Для каждой из проб проводили не менее трех повторных измерений. Аналогичную термическую обработку проводили для всех объектов исследования.

Во всех охлажденных образцах осуществляли контроль физико-химических показателей, а затем выдерживали при (10 ± 2) °С в течение 24 часов. По истечении этого периода вновь контролировали динамическую вязкость в заданном температурном режиме.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛОЧНЫХ СИСТЕМ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ В АСПЕКТЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО ПЕНООБРАЗОВАНИЯ

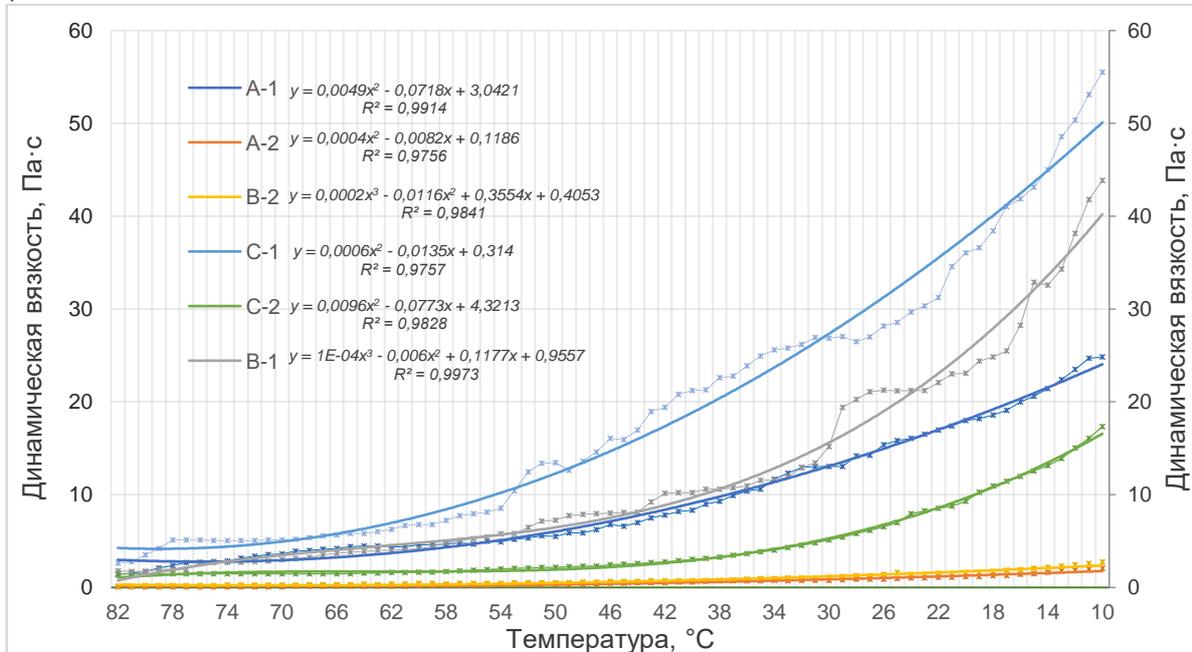
РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее значимые для проводимого эксперимента результаты физико-химического контроля приведены в таблице 2.

На рисунке 1 представлены диаграммы

изменения показателя динамической вязкости (η , Па·с) объектов исследования в процессе охлаждения от $(80,0 \pm 2,0)$ °С до $(10,0 \pm 0,1)$ °С в диапазонах вязкости $(0 \div 60)$ Па·с (рисунок 1, А) и $(0 \div 3)$ Па·с (рисунок 1, Б).

А)



Б)

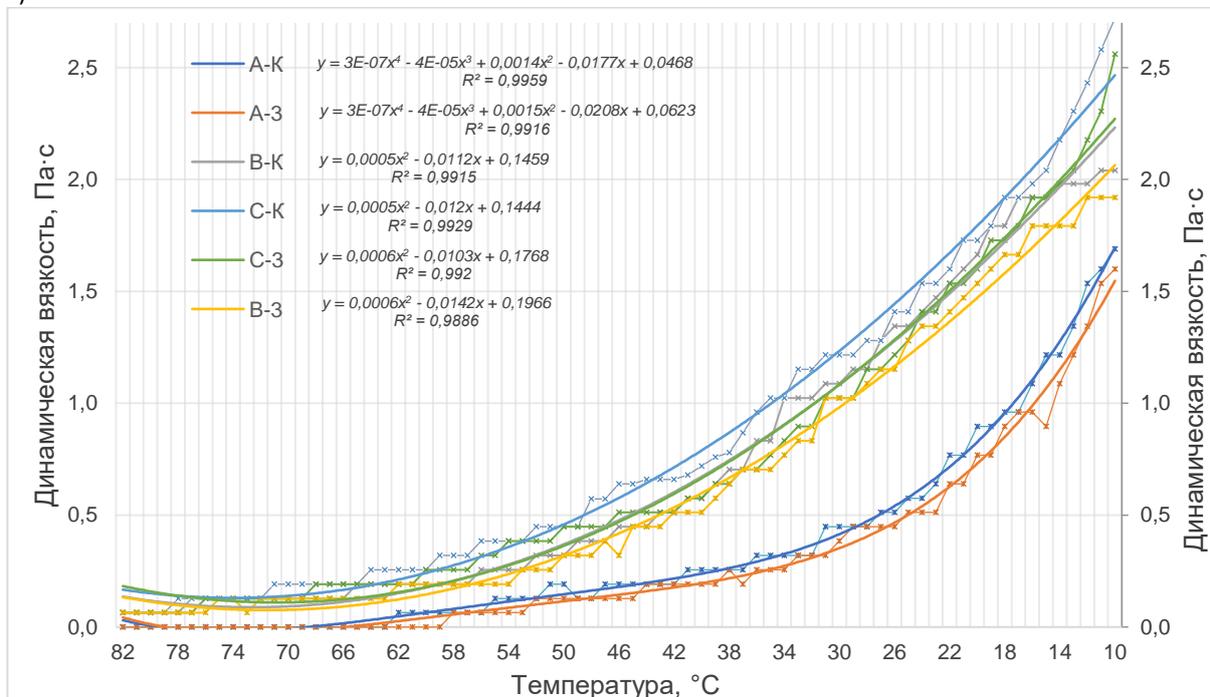


Рисунок 1 – Изменение динамической вязкости образцов при охлаждении: А – с pH-сдвигом в кислую сторону; В – с pH-сдвигом в щелочную сторону и контрольных

Figure 1 - Change in the dynamic viscosity of the samples during cooling: A - with a pH-shift to the acid side; B - with a pH-shift to the alkaline side and control

Таблица 2 – Физико-химические показатели объектов в процессе исследования

Table 2 - Physical and chemical parameters of objects in the process of research

| Образец | Активная кислотность, рН | | Титруемая кислотность, °Т | | Взбитость свежесывороточного продукта, % | Массовая доля сухих веществ, % | Динамическая вязкость при (10,0±0,1) °С, Па·с | |
|---|--------------------------|---------|---------------------------|---------|--|--------------------------------|---|---------|
| | свежий | 24 часа | свежий | 24 часа | | | свежий | 24 часа |
| Образцы, полученные при частоте вращения менее 200 об/мин | | | | | | | | |
| A-1 | 5,60 | 5,59 | 60 | 62 | < 10 | 69,8 | 24,83 | 7,40 |
| A-2 | 5,80 | 5,77 | 48 | 52 | < 10 | 69,9 | 2,05 | 1,40 |
| A-K | 6,01 | 5,99 | 42 | 44 | < 10 | 70,1 | 1,69 | 1,12 |
| A-3 | 6,20 | 6,18 | 39 | 40 | < 10 | 70,0 | 1,60 | 1,02 |
| Образцы, полученные при частоте вращения 500 об/мин | | | | | | | | |
| B-1 | 5,60 | 5,54 | 60 | 66 | 30 | 69,9 | 43,84 | 8,51 |
| B-2 | 5,80 | 5,74 | 48 | 54 | 30 | 69,9 | 2,75 | 2,11 |
| B-K | 6,01 | 5,98 | 43 | 45 | 30 | 70,1 | 2,04 | 1,88 |
| B-3 | 6,20 | 6,18 | 40 | 41 | 30 | 70,0 | 1,92 | 1,68 |
| Образцы, полученные при частоте вращения 1000 об/мин | | | | | | | | |
| C-1 | 5,60 | 5,57 | 61 | 64 | 70 | 70,0 | 56,51 | 12,15 |
| C-2 | 5,80 | 5,70 | 50 | 55 | 70 | 70,0 | 17,34 | 4,92 |
| C-K | 6,01 | 6,00 | 42 | 44 | 70 | 70,5 | 2,72 | 1,93 |
| C-3 | 6,19 | 6,17 | 41 | 42 | 70 | 70,5 | 2,56 | 1,70 |

Полученные данные свидетельствуют о существенном влиянии поверхностно-активных макромолекул молочных белков, адсорбирующихся на гидрофобных поверхностях границы раздела, на образование устойчивой пены при механическом воздействии с повышенными частотами вращения ротора на концентрированную молочную систему в процессе диспергирования – технологического фактора, приводящего к значительному увеличению взбитости проб. Степень пенообразования в экспериментальных моделях, полученных при 500 об/мин (B-1, B-2, B-K, B-3) и 1000 об/мин (C-1, C-2, C-K, C-3), превысила взбитость образцов, выработанных при частоте менее 200 об/мин (A-1, A-2, A-K, A-3) более чем в 3 и 7 раз соответственно.

Контроль кинетики изменения динамической вязкости во всех объектах исследования в процессе охлаждения продемонстрировал закономерную положительную корреляцию измеряемого параметра со степенью пенообразования. В пробах с наибольшей степенью пенообразования отмечены соответственно наиболее высокие значения динамической вязкости на всех этапах процесса охлаждения (рисунок 1). При (10,0±0,1) °С в свежесывороточных образцах B-K, B-3 и C-K, C-3 максимальная динамическая вязкость (η_{max}) превосходила аналогичный показатель образцов A-K, A-3 в 1,2 и 1,6 раз соответственно. Самые высокие значения данного показателя отмечены для экспериментальных моделей

B-1 и C-1, превышающих значения вязкости образца A-1 в 1,8 и 2,3 раза соответственно.

Оценка влияния дисперсионной среды на образование коллоидной фазы воздушных пузырьков подтвердила мощное совокупное воздействие термической обработки и сдвига рН объектов исследования в кислую сторону на показатель их динамической вязкости. Увеличение относительной молекулярной массы казеинов в результате термокислотной микроагуляции является фактором, значительно повышающим эффективность степени их участия в стабилизации пены за счет образования вязкоупругих пленок на поверхности пузырьков. Агрегация мицелл казеина увеличивает проявление их гидрофобности и в результате повышения адсорбции белков на границе воздух/вода способствует образованию более вязких межфазных пленок [2, 8].

Причем, чем ближе показатели активной кислотности объектов исследования находились к изоэлектрической точке, где при рН 4,6–4,8 межфазные пленки имеют максимальную стабильность, тем в большей степени проявлялись вязкоупругие свойства проб [1,9,10]. Так, η_{max} свежесывороточных образцов A-1, B-1, C-1 с рН 5,6 превысила η_{max} контрольных проб A-K, B-K, C-K в 15, 22 и 21 раз соответственно.

Сдвиг активной кислотности объектов исследования в щелочную сторону практически не повлиял на показатели динамической вязкости, выявив лишь незначительное её

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛОЧНЫХ СИСТЕМ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ В АСПЕКТЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО ПЕНООБРАЗОВАНИЯ

снижение в сравнении с контрольными образцами при аналогичных условиях температурного воздействия. В целом, все экспериментальные образцы проявили выраженную тенденцию возрастания вязкоупругих свойств при изменении pH в направлении повышения кислотности.

Измерение динамической вязкости объектов исследования после 24 часов выдержки при температуре $(10,0 \pm 0,1)$ °C выявило снижение этого показателя во всех пробах, вероятнее всего обусловленное частичной коалесценцией пены в процессе хранения, наиболее выраженной в образцах с самой высокой взбитостью [2, 9]. Значения динамической вязкости проб А-1, В-1, С-1, С-2 снизились в 3,4; 5,15; 4,7 и 3,5 раз соответственно. В остальных объектах исследования снижение показателей динамической вязкости было не столь значительным и составило от 10 % до 50 %. Тем не менее, в целом можно отметить явную тенденцию сохранения значительных вязкоупругих свойств в образцах с наибольшей взбитостью и повышенной кислотностью, свидетельствующую о совокупном влиянии пенообразования и термокислотной микрокоагуляции на консистенцию концентрированных молочных систем с промежуточной влажностью в процессе диспергирования и последующей термообработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам эксперимента подтверждено, что обезжиренные молочные системы с промежуточной влажностью, получаемые путем диспергирования сухих молочных продуктов в водной среде с последующим внесением сахара, способны к значительному устойчивому пенообразованию при высокоинтенсивном механическом воздействии в процессе диспергирования с температурой (40 ± 2) °C.

Анализ изменения динамической вязкости систем с промежуточной влажностью с различной степенью взбитости в условиях совокупного термического воздействия и pH-сдвига в кислую сторону показал значительное повышение вязкостных характеристик объектов исследования, предположительно обусловленное влиянием увеличения относительных молекулярных масс белковых фракций в результате термокислотной коагуляции, как фактора роста прочности межфазных пленок и устойчивости пенообразования.

Несмотря на частичную коалесценцию пены в процессе выдержки образцов, сохранилась корреляция реологических характери-

стик с величиной pH объектов исследования и исходной степенью взбитости, полученной при диспергировании сухих молочных продуктов.

Принимая во внимание, что важным аспектом получения качественных сгущенных (концентрированных) консервов с сахаром на молочной основе является управление нежелательным пенообразованием и регулирование избыточной вязкости, в процессе производства необходимо учитывать такие технологические и физико-химические факторы воздействия, как интенсивность механической обработки, неконтролируемое насыщение системы воздухом при диспергировании сухих молочных продуктов, а также кислотность молочной смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Modifying the structure, physicochemical properties, and foaming ability of amaranth protein by dual pH-shifting and ultrasound treatments / J.J. Figueroa-González [et al.] // *LWT*. – 2022. – Vol. 153. – Issue 1. – № 112561. – <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112561>.
2. Stability, temperature dependence and microstructure of high pressure jet-treated dairy foams / G.L. Voronin [et al.] // *Food Hydrocolloids*. – 2021. – Vol. 116. – Issue 7. – № 106621. – <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106621>.
3. Modern approaches to storage and effective processing of agricultural products for obtaining high quality food products / A.G. Galstyan [et al.] // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. – 2019. – Vol. 89. – № 2. – P. 211–213. doi: 10.1134/S1019331619020059.
4. Золотарёв, Н.А., Федотова, О.Б., Агаркова Е.Ю. Аэрированный творожный эмульсионный продукт с гидролизатом сывороточных белков // *Молочная промышленность*. – 2018. – № 8. – С. 52–54. doi:10.31515/1019-8946-2018-8-52-54.
5. Агаркова, Е.Ю. Аэрированные продукты с производными белков молочной сыворотки // *Пищевая промышленность*. – 2022. – № 3. – С. 24–27.
6. Агаркова, Е.Ю., Чиликин, А.Ю. Особенности технологии молочных продуктов, обогащенных сывороточными белками // *Молочная промышленность*. – 2021. – № 3. – С. 49–51. doi:10.31515/1019-8946-2021-03-49-51.
7. Галстян, А.Г., Радаева, И.А., Хуршудян, С.А., Туровская, С.Н., Семипятный, В.К., Илларионова, Е.Е. Закономерности формирования вязкости сгущенного обезжиренного молока с сахаром от параметров тепловой обработки // *Пищевые системы*. – 2018. – Том 1. – № 1. – С. 13–18. doi:10.21323/2618-9771-2018-1-1-13-18.
8. Foaming properties of milk protein dispersions at different protein content and casein to whey protein ratios / X. Xiong [et al.] // *International Dairy Journal*. 2020. – Vol. 109. – Issue 10. – № 104758. doi:10.1016/j.idairyj.2020.104758.

9. Interfacial properties, film dynamics and bulk rheology: A multi-scale approach to dairy protein foams / A. Audebert [et al.] // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2019. – Vol. 542. – Issue 4. – P. 222–232. doi:10.1016/j.jcis.2019.02.006.

10. Просеков, А.Ю. Теория и практика формирования молочных пенообразных систем : монография / А.Ю. Просеков, Т.Л. Остроумова. – Москва: 2005. – 216 с. ISBN5-85941-239-8.

Информация об авторах

Е. Е. Илларионова – кандидат технических наук, ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности».

А. Г. Кручинин – кандидат технических наук, кандидат технических наук, ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности».

С. Н. Туровская – кандидат технических наук, ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности».

А. В. Бигаева – кандидат технических наук, ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», тел: +7(499)236-0-236.

REFERENCES

1. Figueroa-González, J.J., Lobato-Calleros, C., Vernon-Carter, E.J., Aguirre-Mandujano, E., Alvarez-Ramirez, J., Martínez-Velasco, A. (2022). Modifying the structure, physicochemical properties, and foaming ability of amaranth protein by dual pH-shifting and ultrasound treatments. *LWT*. 153 (1). № 112561. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112561>.

2. Voronin, G.L., Coupland, J., Harte, F. (2021). Stability, temperature dependence, and microstructure of high pressure jet-treated dairy foams. *Food Hydrocolloids*. 116 (7). № 106621. doi:10.1016/j.foodhyd.2021.106621.

3. Galstyan, A.G., Aksenova, L.M., Lisitsyn, A.B., Oganesyants, L.A. & Petrov, A.N. (2019). Modern approaches to storage and effective processing of agricultural products for obtaining high quality food products. *Herald of the Russian Academy*

of Sciences, 89 (2), 211–213. doi: 10.1134/S1019331619020059.

4. Zolotarev, N.A., Fedotova, O.B., Agarkova, E.Yu. (2018). Development of the technology of the aerated curds product with whey proteins hydrolysate // *Dairy Industry*, (8), 52-54. (In Russ.). doi:10.31515/1019-8946-2018-8-52-54.

5. Agarkova, E.Yu. (2022). Aerated product with whey protein derivatives. *Food industry*, (3), 24-27. (In Russ.). doi:10.52653/PPI.2022.3.3.006.

6. Agarkova, E.Yu. & Chilikin, A.Yu. (2021). Features of the technology of dairy products enriched with whey proteins. *Dairy industry*, (3), 49–51. (In Russ.). doi: 10.31515/1019-8946-2021-03-49-51.

7. Galstyan, A.G., Radaeva I.A., Khurshudyan, S.A., Turovskaya, S.N., Semipyatny, V.K., Illarionova, E.E. (2018). Regularities of viscosity formation of condensed fat-free milk with sugar from heat treatment parameters. *Food systems*, 1(1), 13-18. (In Russ.). doi: 10.21323/2618-9771-2018-1-1-13-18.

8. Xiong, X., Thao, Ho.M., Bhandari, B., Bansal, N. (2020). Foaming properties of milk protein dispersions at different protein content and casein to whey protein ratios. *International Dairy Journal*. 109 (10). 104758. doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104758.

9. Audebert, A., Saint-Jalmes, A., Beaufiles, S., Lechevalier, V., Le Floch-Fouéré, C., Cox, S., Leconte, N., Pezennec, S. (2019). Interfacial properties, film dynamics and bulk rheology: A multi-scale approach to dairy protein foams. *Journal of Colloid and Interface Science*. 542 (4). 222-232. doi: 10.1016/j.jcis.2019.02.006.

10. Prosekov, A.Yu., Ostroumova, T.L., (2005). Theory and practice of the formation of milk foam systems: monograph. ISBN: 5-85941-239-8. (In Russ.).

Information about the authors

E. E. Illarionova - Candidate of Technical Sciences, All-Russian Research Institute of Dairy Industry.

A. G. Kruchinin - Candidate of Technical Sciences, Candidate of Technical Sciences, All-Russian Research Institute of Dairy Industry.

S. N. Turovskaya - Candidate of Technical Sciences, All-Russian Research Institute.

A. V. Bigaeva - Candidate of Technical Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Dairy Industry.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья
05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 637.3
doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.015

 EDN: RGNCDO

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ОБОГАЩЕННЫХ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ

Ольга Николаевна Мусина ¹, Дарья Андреевна Усатюк ²,
Елена Михайловна Нагорных ³

^{1,2} ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий», Барнаул, Россия

¹ musinaolga@gmail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

² d_usatyuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1680>

^{1,3} Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Барнаул, Россия

³ elena_nagornikh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3051-1381>

Аннотация. К концу XX столетия во многих странах мира сформировался широкий ассортимент плавленых сыров и сырных продуктов, которые имеют разное название: плавленый сыр, пастообразный плавленый сыр, сырный спред, сырный продукт, сырный препарат, сырное изделие, искусственный сыр, сыр-аналог и другие.

Органолептические свойства плавленого сыра определяются типом используемого сырья. Выраженный сырный вкус возможно получить, используя в рецептуре зрелые сыры, что экономически нецелесообразно, так как зрелые сыры и так пользуются большим спросом. Авторами статьи обосновано решение применения вкусоароматических добавок как для расширения ассортимента плавленых сыров, так и для увеличения их пищевой ценности. В качестве альтернативных вкусоароматических добавок в проводимых исследованиях использованы: порошок клубники, порошок манго, подсолнечный лецитин, сушеные молотые томаты, пшеничная клетчатка, овсяные отруби, смесь пшеничной клетчатки и овсяных отрубей, сок ирги, мед цветочный, смесь типа «Сказка» (сахар, какао, орехи, ванилин).

В статье приведен технологический процесс выработки экспериментальных образцов плавленого сыра с описанием основного сырья. Авторами приведена подробная рецептура для составления смеси для плавления. Описаны органолептические показатели полученных экспериментальных образцов плавленого сыра с указанием на перспективные варианты для дальнейших исследований.

Ключевые слова: плавленый сыр, молочный продукт, пастообразный сыр, вкусовые и ароматические добавки, технологический процесс, рецептура, органолептические показатели.

Для цитирования: Мусина О. Н., Усатюк Д. А., Нагорных Е. М. Исследование возможности расширения ассортимента обогащенных плавленых сыров // Ползуновский вестник. 2022. № 4. Т. 1 С. 121–125. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.015. EDN: <https://elibrary.ru/WQWNIK>.

Original article

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF EXPANDING THE RANGE OF ENRICHED PROCESSED CHEESES

Olga N. Musina ¹, Daria A. Usatyuk ², Elena M. Nagornyh ³

^{1,2} Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russia

¹ musinaolga@gmail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

² d_usatyuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1680>

^{1,3} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

³ elena_nagornikh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3051-1381>

Abstract. *By the end of the XX century, a wide range of processed cheeses and cheese products was formed in many countries of the world, which have different names - processed cheese, pasty processed cheese, cheese spread, cheese product, cheese preparation, cheese product, artificial cheese, cheese analog and others.*

The organoleptic properties of processed cheese are determined by the type of raw materials used. It is possible to get a pronounced cheese taste using mature cheeses in the recipe, which is not economically feasible, since mature cheeses are already in great demand. The authors of the article substantiate the decision to use flavoring additives both to expand the range of processed cheeses and to increase their nutritional value. As alternative flavoring additives in the conducted studies, the following were used: strawberry powder, mango powder, sunflower lecithin, dried ground tomatoes, wheat fiber, oat bran, a mixture of wheat fiber and oat bran, irgi juice, flower honey, a mixture of the "Fairy Tale" type (sugar, cocoa, nuts, vanillin).

The article presents the technological process of developing experimental samples of processed cheese with a description of the main raw materials. The authors have compiled and provided a detailed recipe for making a mixture for melting. The organoleptic parameters of the obtained experimental samples of processed cheese are described, indicating promising options for further research.

Keywords: *processed cheese, dairy product, pasty cheese, flavoring and aromatic additives, technological process, formulation, organoleptic indicators.*

For citation: Musina, O. N., Usatyuk, D. A. & Nagornyh, E. M. (2022). Research of the possibility of expanding the range of enriched processed cheeses. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 121-125. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.015. EDN: <https://elibrary.ru/RYCTNA>.

ВВЕДЕНИЕ

Для стабилизации свойств натуральных сыров существует технология, предусматривающая нагревание и использование солей-плавителей, в результате чего получают новый продукт, так называемый плавленый сыр. В последние десятилетия распространение получили плавленые сыры, изготавливаемые из смесей молочных и/или немолочных белков, молочного жира или растительного масла [1]. Существует множество разновидностей плавленых сыров. По своим физическим свойствам они делятся на два основных вида – твердые (ломтевые) и пастообразные. Основное отличие между ломтевыми и пастообразными плавлеными сырами состоит в содержании влаги, что влияет на их реологические свойства [2].

По ТР ТС 033/2013 плавленый сыр – это молочный продукт или молочный составной продукт, произведенный из сыра и (или) творога с использованием молочных продуктов и (или) побочных продуктов переработки молока, эмульгирующих солей или структурообразователей путем измельчения, перемешивания, плавления и эмульгирования смеси для плавления с добавлением или без добавления немолочных компонентов, вводимых не в целях замены составных частей молока [3]. Кроме того, плавленый сыр – это поликомпонентный пищевой продукт, основу которого составляют молочные сырьевые компоненты [4-7]. Различное соотношение между сырьевыми компонентами, а также использование немолочных ингредиентов обуславливают различие химического состава плавленых

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ОБОГАЩЕННЫХ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ

сыров, их органолептических, физико-химических показателей и пищевой ценности.

В последние годы увеличивается объем производства пастообразных сыров за счет удобства применения различных вкусовых и ароматических добавок. Научное обеспечение производства плавленных сыров предполагает постоянное обновление ассортимента и улучшения качества сыров. Расширение ассортимента плавленных сыров подразумевает разработку новых видов, обладающих более высокими показателями качества.

МЕТОДЫ

Технологический процесс производства, разрабатываемого плавленного пастообразного сыра, включает в себя следующие основные операции:

- подбор сырья для плавления;
- предварительная обработка сырья;
- измельчение сырья;
- подбор и приготовление солей-плавителей;
- составление сырной смеси;
- плавление сырной смеси;
- внесение вкусоароматических добавок;
- фасование и охлаждение.

В качестве основного сырья в работе были использованы: сыры сычужные полутвердые по ГОСТ 32260-2013; творог по ГОСТ 31453-2013; масло сливочное по ГОСТ 32261-2013; сметана по ГОСТ 31452-2012; молоко сухое обезжиренное по ГОСТ Р 52791-2007; соль пищевая по ГОСТ Р 51574-2018; сахар белый по ГОСТ 33222-2015. Соли-плавители подобраны с учетом получения нежной, пластичной, мажущейся консистенции и активной кислотности от 6,20 до 5,80 ед. рН.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве альтернативных пищевых компонентов разработчиками предложено использовать: порошок клубники, порошок манго, подсолнечный лецитин, сушеные молотые томаты, пшеничную клетчатку [8], овсяные отруби [9], смесь пшеничной клетчатки и овсяных отрубей, сок ирги, мед цветочный, смесь типа «Сказка» (сахар, какао, орехи, ванилин).

Особое внимание уделено составлению сырной смеси. Дозировки всех компонентов смеси подобраны путем предварительных расчетов с учетом ранее заданных физико-химических показателей в готовом продукте. По итогам расчетов с применением формул материального баланса составлена таблица 1, где приведена масса компонентов смеси, количество жира, сухих веществ и влаги от каждого компонента.

Таблица 1 – Состав смеси для плавления

Table 1 – Composition of the melting mixture

| Наименование сырья | Масса, кг | Количество СВ, кг | Количество жира, кг | Количество влаги, кг |
|----------------------------|-----------|-------------------|---------------------|----------------------|
| Сыр п/тв сычужный | 387,6 | 217,1 | 97,7 | 170,5 |
| Творог | 81,6 | 20,4 | 1,0 | 61,2 |
| Масло крестьянское | 279,9 | 209,9 | 202,9 | 70,0 |
| Сливки | 30,6 | 12,5 | 4,4 | 18,1 |
| Сухое обезжиренное молоко | 3,3 | 3,2 | 0,0 | 0,1 |
| Соль пищевая | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 |
| Лимонная кислота | 5,1 | 5,1 | 0,0 | 0,0 |
| Соле-плавитель | 20,4 | 20,4 | 0,0 | 0,0 |
| Вкусоароматическая добавка | 20,4 | 20,4 | 0,0 | 0,0 |
| Вода питьевая | 190,1 | 0,0 | 0,0 | 190,1 |
| Всего | 1020,0 | 510,0 | 306,0 | 510,0 |
| Выход | 1020,0 | 510,0 | 306,0 | 510,0 |

Плавление сырной массы – основная и ответственная операция, которая заключается в нагревании и перемешивании сырной массы в присутствии солей-плавителей.

В процессе плавления изменяются вязкость, форма белка и минеральная часть сыра. Сырную массу в данной работе плавляли с помощью прибора «Термомикс ТМ5». Данный прибор позволяет регулировать скорость вращения ножей и температуру нагрева, что очень важно для осуществления правильного и равномерного плавления сырной смеси.

Вкусовые наполнители вводили в сырную массу в конце плавления, что необходимо для сохранения их цвета, аромата и содержащихся в них термолабильных биологически активных веществ. Доза вышеперечисленных наполнителей составляла от 0,5 до 5 %. В ходе проведения многократных выработок установлено, что оптимальной для всех добавок является дозировка 2 % от массы перерабатываемой смеси.

В таблице 2 представлены органолептические показатели экспериментальных образцов плавленного пастообразного сыра.

При органолептической оценке наибольшие баллы получили образцы плавленного сыра

с добавлением подсолнечного лецитина, порошка томатов, цветочного меда, пшеничной клетчатки, овсяных отрубей, смеси пшеничной клетчатки и овсяных отрубей.

Таблица 2 – Органолептические показатели

Table 2 – Organoleptic indicators

| Наименование наполнителя | Вкус и запах | Консистенция | Цвет |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Клубника (порошок) | Слабовыраженный | Плотная, глянцевая | Нехарактерный |
| Манго (порошок) | Пустоватый, слабовыраженный | Крупитчатая | Сероватый |
| Подсолнечный лецитин (порошок) | Чистый, молочный, сладковатый | Хорошая | Однородный |
| Томаты (порошок) | Отличный, выраженный томатный | Хорошая | Характерный, однородный |
| Пшеничная клетчатка | Выраженный, чистый | Хорошая | Однородный, с вкраплениями наполнителя |
| Отруби овсяные | Чистый, приятный | Хорошая | Однородный, с |

Продолжение таблицы 2

Continuation of Table 2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|----------------------------|--|
| | | | вкраплениями наполнителя |
| Смесь пшеничной клетчатки и отрубей овсяных | Выраженный сырный, чистый | В меру плотная, однородная | Однородный, с вкраплениями наполнителя |
| Сок ирги | Чистый, слабовыраженный | Слегка липкая | Интенсивное окрашивание |
| Мед цветочный | Хороший, с выраженным вкусом и ароматом меда | Отличная | Однородный, золотистый |
| Смесь «Сказка» (сахар, какао, орехи, ванилин) | Выраженный вкус и запах | Тугоплавкая | Неоднородный |
| Контроль | Чистый, сливочный | Слегка вязкая | Однородный |

На рисунке 1 представлены выбранные для дальнейших исследований экспериментальные образцы плавленого пастообразного сыра со вкусоароматическими добавками.



Рисунок 1 – Плавленый пастообразный сыр со вкусоароматическими добавками

Figure 1 – Processed pasty cheese with flavoring additives

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ОБОГАЩЕННЫХ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ

ВЫВОДЫ

Изучена возможность расширения ассортимента плавленых сыров за счет внесения в их рецептуру клубники, манго, подсолнечного лецитина, томатов, пшеничной клетчатки, овсяных отрубей, смеси пшеничной клетчатки и овсяных отрубей, сока ирги, меда цветочного, смеси типа «Сказка» (сахар, какао, орехи, ванилин).

Установлено, что оптимальной для всех добавок является дозировка 2 % от массы перерабатываемой смеси.

Установлено, что наиболее перспективными с технологической точки зрения являются образцы сыров с добавлением клетчатки, овсяных отрубей и их смесевой композиции. Данные образцы характеризуются наиболее полным, насыщенным и выраженным сырным вкусом. Также обогащение пшеничной клетчаткой и овсяными отрубями плавленого сыра позволит повысить его соответствие критериям функционального продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тамим А.И. Плавленые сыры и сырные продукты / Пер. с англ. СПб.: Профессия, 2013. 376 с.
2. Кодекс Алиментариус. Маркировка пищевых продуктов / Пер. с англ. М.: Издательство «Весь Мир», 2006. 62 с.
3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562/> (дата обращения: 14.09.2022).
4. Мусина О.Н., Щетинин М.П., Сахрынин М.Н. Состояние и тенденции развития биотехнологии комбинированных молочных продуктов: монография. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006.
5. Мусина О.Н. Современное состояние биотехнологии комбинированных молочных продуктов (обзор). 2. Тенденции совершенствования основных видов комбинированных молочных продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 4. С. 62-65.
6. Свириденко Ю.Я., Дунаев А.В. Состояние и перспективы производства плавленых сыров // Сыроделие и маслоделие. 2009. № 4. С. 7-11.
7. МакСуини П.Л.Г. Практические рекомендации сыроделам / под ред. И.А. Шергиной. СПб.: Профессия, 2010. 374 с.
8. Броновец И.Н. Пищевые волокна - важная составляющая сбалансированного здорового питания // Медицинские новости. 2015. № 10. С. 46-48.
9. Школьникова М.Н. Овсяные отруби как сырье для функционального пищевого ингредиента / М.Н. Школьникова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2020. Т. 9. № 1 (49). С. 80-84.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.

Информация об авторах

О. Н. Мусина – д-р техн. наук, гл. науч. сотр., руководитель «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий ФАНЦА.

Д. А. Усатюк – науч. сотр. лаб. научно-прикладных технологических разработок «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

Е. М. Нагорных – аспирант ФГБОУ ВО АлтГТУ.

REFERENCES

1. Tamim A.Y. (2013). Processed cheeses and cheese products. St. Petersburg: Profession. (In Russ.).
2. Codex Alimentarius. Labeling of food products (2006). Moscow: Publishing House "The Whole World". (In Russ.).
3. Technical Regulations of the Customs Union "On the safety of milk and dairy products" (TR CU 033/2013) Retrieved from – <https://docs.cntd.ru/document/499050562>. (In Russ.).
4. Musina O.N., Shchetinin M.P. & Sakhrynin M.N. (2006). The state and trends in the development of biotechnologies of combined dairy products: monograph. Barnaul: AltSTU Publishing House. (In Russ.).
5. Musina O.N. (2008). The current state of biotechnology of combined dairy products (review). 2. Trends in the improvement of the main types of combined dairy products. Storage and processing of agricultural raw materials, № 4, 62-65. (In Russ.).
6. Sviridenko Yu.Ya. & Dunaev A.V. (2009). The state and prospects of production of processed cheeses. Cheese-making and butter-making, № 4, 7-11. (In Russ.).
7. Maksweeny P.L.G. (2010). Practical recommendations for cheese makers. St. Petersburg: Profession. (In Russ.).
8. Bronovets I.N. (2015). Dietary fiber is an important component of a balanced healthy diet. Medical news, № 10, 46-48. (In Russ.).
9. Shkolnikova M.N. (2020). Oat bran as a raw material for a functional food ingredient. XXI century: results of the past and problems of the present plus, Vol. 9. № 1 (49), 80-84. (In Russ.).

Information about the authors

O. N. Musina – D.Sc., Head of the «Siberian Research Institute of Cheese-Making» Federal Altai Scientific Centre of Agro-BioTechnologies (FASCA), Professor of the Institute for Biotechnology, Food and Chemical Engineering, Polzunov Altai State Technical University.

D. A. Usatiuk - research scientist, lab. of scientific and applied technological developments of the "Siberian Research Institute of Cheese-Makin», FASCA.

E. M. Nagornykh – PhD student, Polzunov Altai State Technical University.



Научная статья

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 637.33

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.016

 EDN: JARUBB

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ И ПОЛУТВЁРДЫХ СЫРОВ НА ОСНОВЕ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Наталья Борисовна Гаврилова ¹, Елена Михайловна Щетинина ²,
Наталья Леонидовна Чернопольская ³, Михаил Павлович Щетинин ⁴

^{1,3} Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск, Россия

¹ gavrilov49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8544-4214>

³ nl.chernopolskaya@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0002-1359-9190>

^{2,4} Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва, Россия

² schetinina2014@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3463-9502>

⁴ m_p_sh1953@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9229-9251>

Аннотация. В статье представлены информационные данные о состоянии молочного козоводства в мире и его динамичном развитии в странах, где традиционно пользуются популярностью козьего сыра. Также показаны перспективы развития промышленной переработки козьего молока на функциональные молочные продукты, в том числе молока коз зааненской породы Алтайского края на мягкие и полутвёрдые сыры. Изучены физико-химические показатели козьего молока и определены показатели его сыропригодности, которые оказались не совсем удовлетворительными в сравнении с показателями, разработанными специалистами ВНИИМСа для коровьего молока. В результате проведённых экспериментальных исследований определено направление коррекции сыропригодности козьего молока путём совместного использования полисахарида и концентрата натурального казеина (КНК), вносимых в козье молоко перед пастеризацией, а также для получения плотного сгустка, хорошо отделяющего сыворотку жидких компонентов: $CaCl_2$, ферментного препарата Ceska-Lase (Kalase) и закваски БК-Углич-С в активизированном виде. Полученные результаты позволяют использовать козье молоко для производства сыров и молочной продукции наравне с коровьим, так как обеспечивает отсутствие потерь белка в сыворотку, так как козье молоко образует плотный, но не стабильный сгусток, что связано с особенностями белка.

Ключевые слова: молочное козоводство, молоко коз, зааненская порода, мягкие сыры, полутвёрдые сыры, сгусток, свертываемость, коровье молоко, физико-химические показатели, сыропригодность.

Для цитирования: Состояние и перспективы развития производства мягких и полутвёрдых сыров на основе козьего молока / Н.Б. Гаврилова [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 4. Т. 1. С. 126-132. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.016. EDN: <https://elibrary.ru/JARUBB>.

Original article

STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION OF SOFT AND SEMI-HARD CHEESES BASED ON GOAT MILK

Natalya B. Gavrilova ¹, Elena M. Shchetinina ²,
Natalya L. Chernopolskaya ³, Mikhail P. Shchetinin ⁴

^{1,3} Omsk State Agrarian University. P.A. Stolypin, Omsk, Russia

¹ gavrilo49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8544-4214>

³ nl.chernopolskaya@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0002-1359-9190>

^{2,4} Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

² schetinina2014@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3463-9502>

⁴ m_p_sh1953@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9229-9251>

Abstract. The article presents information data on the state of dairy goat breeding in the world and its dynamic development in countries where goat cows are traditionally popular. It also shows the prospects for the development of industrial processing of goat milk for functional dairy products, including the milk of goats of the Zaanen breed of the Altai Territory for soft and semi-hard cheeses. The physicochemical parameters of goat's milk were studied and the indicators of its cheese suitability were determined, which turned out to be not entirely satisfactory in comparison with the indicators developed by VNIIMS specialists for cow's milk. As a result of the conducted experimental studies, the direction of correcting the cheese suitability of goat's milk was determined by the combined use of polysaccharide and natural casein concentrate (KNC) introduced into goat's milk before pasteurization, as well as to obtain a dense clot that separates the serum of liquid components well: CaCl₂, the enzyme preparation Ceska-Lase (Kalase) and BC-Uglich-C starter cultures in an activated form. The results obtained make it possible to use goat's milk for the production of cheeses and dairy products on an equal basis with cow's milk, since it ensures the absence of protein loss in the whey, since goat's milk forms a dense, but not stable clot, which is due to the characteristics of the protein.

Keywords. Dairy goat breeding, goat milk, Zaanen breed, soft cheeses, semi-hard cheeses, clot, coagulability, cow's milk, physico-chemical indicators, cheese suitability.

For citation: Gavrilova, N. B., Shchetinina, E. M., Chernopolskaya, N. L. & Shchetinin, M. P. (2022). State and prospects of development of the production of soft and semi-hard cheeses based on goat milk. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 126-132. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.016. EDN: <https://elibrary.ru/JARUBB>.

ВВЕДЕНИЕ

Козоводство занимает важное место в животноводстве многих стран мира. Коз разводят в 169 странах, то есть во всех зоогеографических областях земного шара. Производство козьего молока находится на третьем месте после коровьего и буйволиного молока. По континентам удельный вес производства козьего молока составил (в %): Азия - 58,9, Африка - 21,2, Европа - 16,3, Северная и Южная Америка - 3,6. В странах Азии, Африки, Северной и Южной Америках производство козьего молока за последние 10 лет увеличилось в среднем соответственно на 21,3 %, 18,4

% и 9,5 %, в Европе наблюдается лишь незначительное (около 1 %) возрастание. Ведущими странами в мире по производству козьего молока являются: Индия, Бангладеш, Судан. Среди европейских стран, наибольшее количество козьего молока производят во Франции, Греции, Испании, где традиционно пользуется популярностью козий сыр [1, 2, 3].

По данным ФАОСТАТ, численность коз молочного направления продуктивности составляет 217,7 млн. голов и увеличилась с 2000 по 2017 год на 38,7 %. При этом по континентам изменения в численности были неравномерны. Наибольший рост показали страны Африки – на 60,2 %. В Азии рост мо-

лочных коз составил 34,6 %. В Европе численность молочных коз за этот период уменьшилась на 5,0 %. Мировое производство козьего молока на конец 2017 года составило 18,7 млн. т и выросло по сравнению с 2000 годом на 46,8 %. В Африке производство козьего молока за указанный период выросло на 44,5 %, в Азии – на 65,2 %, а в Европе рост составил 12,3 % [4].

В настоящее время процесс развития козоводства активизировался в России, в частности Республика Татарстан – это один из крупнейших животноводческих регионов России. Молочное животноводство, в том числе молочное козоводство, для Татарстана не только точкой устойчивости сельского бизнеса, но и фактором сохранения сельского уклада жизни. В 2011 г. была принята отраслевая программа «Развитие молочного козоводства в Республике Татарстан на 2011-2020 г.», в рамках этой программы, совместно с В. Т. Кожановым ООО «Лукоз» (Республика Марий Эл) созданы крупные новые высокотехнологичные предприятия (I-ая очередь на 2600 коз) [5, 6].

Специалисты ГНУ «Ставропольский НИИ животноводства и кормопроизводства» отмечают, что ещё 25-30 лет назад о промышленной технологии содержания молочных коз ничего не сообщалось. Предполагалось, что в отличие от молочного скотоводства, носящего интенсивный характер, в молочном козоводстве должны применяться экстенсивные малоэнергозатратные технологии. Но опыт США, Франции, Голландии, Германии, а в последнее время и России показывает, что в молочном козоводстве можно успешно применять высокомеханизированные технологические процессы содержания, кормления, доения и выращивания животных. При этом значительно повышается молочная продуктивность коз, возрастает экономическая эффективность ведения отрасли.

Основные принципы интенсивной технологии в молочном козоводстве – это высокая концентрация и специализация производства. Важен размер фермы и численность в ней животных. Для получения экономической отдачи при применении высокопроизводительного оборудования размер ферм и численность в них животных должны быть значительными. Например, в Голландии считается, что для прибыльной фермы необходимо иметь не менее 700 дойных коз, при этом рентабельность производства находится на уровне 8-15 % [7].

В ГНУ «Ставропольский НИИ животноводства и кормопроизводства» разработан ряд методических указаний, способствующих

развитию молочного козоводства, которые используются как на семейных фермах, так и на крупных фермах Российской Федерации [8, 9].

Подводя итоги вышеизложенному необходимо отметить, что молочное козоводство в РФ новая развивающаяся отрасль животноводства, в том числе его племенная база. Кроме коз зааненской породы, получили развитие козы альпийской породы.

В племенных хозяйствах в 2015 г. содержалось 4,6 тыс. голов, а в целом, по данным официальной статистики численность коз во всех категориях хозяйств составляет 2 млн 118,7 тыс. голов [10].

Племенная база молочного козоводства в России продолжает расширяться: увеличилось количество голов коз зааненской породы. Имеются реальные возможности для сохранения племенной базы коз альпийской породы. При этом в российском козоводстве имеются проблемы – отсутствие качественных комбикормов, искусственное осеменение, высокая доля ручного труда на фермах [11].

Для повышения эффективности козоводства компания ООО «ПТК «ПитерБио» совместно со специалистами Санкт-Петербургской ветеринарной академии разработала, производит и реализует уникальный кормовой комплекс для коз Энерджи, предназначенный для оптимизации конверсии корма с одновременным поддержанием здоровья и продуктивности животных.

«Энерджи для коз» представляет собой композицию биологически активных веществ, натуральных продуктов: многоатомные спирты, органические кислоты, поли- и моносахариды, дрожжевой комплекс (*Saccharomyces cerevisiae*), закваска кисло-молочная, аминокислоты. Является пробиотиком и обладает пребиотическим эффектом. Входящие в состав продукта аминокислоты, полисахариды улучшают рост нормофлоры и восстановление рубцовых сосочков, усиливающих способность рубца усваивать питательные вещества, что особенно важно в период лактации. Специфические дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) повышают усвоение клетчатки и расщепление молочной кислоты, нормализуют pH в рубце, снижают риск закисления рубца ещё до начала лактации, тем самым предупреждают возникновение ацидозов после окота [12].

В. Г. Двалишвили изучив опыт кормления коз большинства западноевропейских стран включая Италию, Францию, Великобританию и других, а также проведя собственные опыты на лактирующих козах – первоокотках зааненской породы, разработал рационы кормления

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ И ПОЛУТВЁРДЫХ СЫРОВ НА ОСНОВЕ КОЗЬЕГО МОЛОКА

для лактирующих коз с различной молочной продуктивностью [8].

Промышленное козоводство в России развивается медленными темпами. Для повышения данного процесса большое значение имеет увеличение молочной продуктивности коз в сельхозорганизациях России.

Молочную продуктивность коз зааненской породы в нашей стране изучали С. И. Новопашина, М. Ю. Санников, С. А. Хататаев, И. Е. Приданова, А. С. Шувариков и др. В 2016 г. средний удой молока на одну козу зааненской породы составил в племенных организациях всех видов 798 кг, в том числе в племенном заводе – 927 кг, племенных репродукторах – 769 кг, генофондном хозяйстве – 706 кг. В целом молочная продуктивность коз зааненской и альпийской пород, как племенных, так и не племенных находится на достаточно высоком уровне [13].

Залог успешного развития производства козьего молока в фермерских хозяйствах и молочно-товарных фермах – использование доступных и конкурентно способных технологических новшеств. К ним относится новый способ машинного доения, аппараты, для реализации которого выпускаются российскими производителями [14].

Так же важной составляющей является организация мега-ферм по производству козьего молока с его комплексной переработкой, для чего необходимо разрабатывать инновационные технологии молочных продуктов и адаптировать традиционные к химическому составу и качественным показателям козьего молока в различных регионах России [15, 16].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение технологического потенциала молока коз зааненской породы Алтайского края для производства мягких и полутвёрдых сыров.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- молоко козье сырое по ГОСТ 32940-2014;
- полисахарид – цитрусовый пектин марки SLENDID type 200;
- концентрат натурального казеина (КНК) по действующей нормативной документации;
- закваска БК-Углич-С;
- жидкий ферментный препарат Ceska-Lase (Kalase);
- жидкий хлористый кальций.

В работе использовались стандартные методы исследований, повторность экспери-

ментов пятикратная. Результаты обрабатывались с использованием программы «Statistica-6».

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Качество и видовые особенности сыров из козьего молока, так же как и сыра из коровьего молока зависят от многочисленных факторов, среди которых такие как:

- порода коз, условие их содержания и кормления;
- технические особенности сбора козьего молока, переработка которого может быть организована при ферме или на молокоперерабатывающих предприятиях, в зависимости от объёма козьего молока;
- технология и техническое оснащение процесса производства сыров на основе козьего молока или его смеси с коровьим;
- культура производства, упаковки и реализации козьих сыров;
- рекламные компании, выставки-продажи и другие мероприятия, способствующие расширению продаж российских сыров из козьего молока и формирующих культуру их потребления.

Всё это и многое другое необходимо учитывать при организации производства качественных и безопасных козьих сыров, особенно, предназначенных для специализированного питания.

Исследование технологического потенциала производства сыров, как на основе коровьего молока, так и с использованием молока других сельскохозяйственных животных прежде всего связано с сыропригодностью, не только коровьего молока-сырья, но и его смеси с другими видами качественного молока-сырья.

По данным специалистов ВНИИМСа (г. Углич) сыропригодность молока характеризуется показателями химического состава, физико-химических, технологических и биологических свойств. Молоко должно отличаться высоким содержанием белка ($\geq 3,2\%$), жира ($\geq 3,6\%$), СОМО ($\geq 8,4\%$) и оптимальное соотношение между ними:

- жир-белок – 1,25-1,10;
- жир-СОМО – 0,46-0,40;
- белок-СОМО – 0,42-0,36.

Такое молоко под действием сычужного фермента должно давать плотный сгусток и быть благоприятной средой для развития молочнокислых бактерий. При этом, для сыроделия наиболее пригодно молоко с высоким содержанием β -казеина следующих фракций Ls,

к и β (их сумма должна составлять не менее 91 %) и низким содержанием γ -фракций.

Исследования молока коз зааненской породы Алтайского края свидетельствуют о том, что оно отличается более высоким содержанием, по сравнению с коровьим, жира и кальция. В жире козьего молока содержится больше каприновой и линолевой кислот, и шарик жира его мельче шариков жира коровьего молока, что способствует лучшему усвоению его организмом человека. Аминокислотный состав его белков близок к аминокислотному составу белков женского молока, но мицеллы казеина крупнее, чем мицеллы казеина женского и коровьего молока и составляют около 133 нм и выше. Казеин молока содержит мало α -фракций (10-15 %), поэтому при сычужном свёртывании образует неплотный сгусток, плохо отделяющий сыворотку, что, в итоге, влияет на объём выхода козьего сыра.

При разработке основных технологических параметров производства, как мягкого, так и полутвёрдого сыра из козьего молока была сформулирована рабочая гипотеза, которая носит комплексный характер. Для повышения эффективности производства сыра из козьего молока необходимо сочетать коррекцию его химического состава, а также экспериментальный выбор основных биообъектов и температурно-временных параметров производства, включая пролонгирование сроков годности, как мягких, так и полутвёрдых козьих сыров.

В частности, при изучении сыропригодности козьего молока, для сохранения сывороточных белков при его пастеризации были выбраны полисахариды, количество которых установлено экспериментально – 1,0 % от массы козьего молока [17, 18]. В данной работе был использован полисахарид – цитрусовый пектин марки SLENDID type 200.

Основная цель корректировки химического состава козьего молока – увеличение в нем фракций казеина и, соответственно, количества СОМО. Для достижения поставленной цели изучен концентрат натурального казеина (КНК), состав и функциональные свойства которого позволяют применять его для обогащения пищевых продуктов. Химический состав концентрата натурального казеина следующий. Содержание сухих веществ 19,2 %, в том числе: белка - 13,5, углеводов - 3,6, золы - 1,8, жира - 0,25, минеральные вещества (мг%) – кальция - 400, фосфора - 250.

Эксперимент по корректировке сыропригодности козьего молока проводился следую-

щим образом. Пектин растворяли при температуре 45-50 °С в козьем молоке перед пастеризацией. Параллельно готовили ингредиент для повышения в козьем молоке фракций казеина и количества СОМО. Затем козье молоко с пищевыми добавками фильтровали и направляли на пастеризацию при температуре 72-74 °С, охлаждали до температуры внесения закваски (37±1) °С в количестве (1,5±0,5) % и жидкий хлористый кальций. Свёртывали нормализованную смесь ферментным препаратом Ceska-Lase (Kalase) из расчёта 1 мл на 10 л козьего молока.

При стандартизации показателя сыропригодности козьего молока ориентировались на рекомендации ВНИИМСа, представленные для коровьего молока. Расчёты по определению КНК приведены в таблице 1. Основная задача – обеспечить в козьем молоке увеличение фракции белка – казеина и соответственно, количество СОМО.

Анализ показателей, представленных в таблице 1, свидетельствует о том, что количество добавляемого КНК должно быть не менее 3,0 %. В соответствии с расчётами, проведены экспериментальные исследования влияния совместного добавления пектина (1,0 %) и КНК (в количестве 3,0 % – опыт 3, 4,0 % – опыт 4, 5,0 % – опыт 5) на процесс образования сгустка в козьем молоке. Органолептические показатели полученных опытных сгустков по сравнению с контролем приведены в таблице 2.

Химический состав опытных сгустков козьего молока с использованием пектина и КНК приведён в таблице 3.

Сравнительный анализ расчётных и экспериментальных показателей свидетельствует о том, что совместное использование полисахарида (пектина) и концентрата натурального казеина способствует повышению сыропригодности козьего молока и приближению оптимальных значений показателей к рекомендуемым специалистами ВНИИМСа для коровьего молока.

Данный факт можно объяснить тем, что полисахарид (пектин) образует с белками, в том числе и с КНК, растворимые комплексы, что способствует устойчивости сывороточных белков при тепловой обработке и повышению общего количества белка, в том числе казеиновых фракций КНК. Всё вышеизложенное позволяет получить более плотный сгусток, исключить потери сывороточных белков и повысить выход козьего сыра.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ И ПОЛУТВЁРДЫХ СЫРОВ НА ОСНОВЕ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Таблица 1 – Определение количества КНК для коррекции сыропригодности козьего молока

Table 1 – Determination of the amount of CNC to correct the cheese suitability of goat's milk

| Вариант | КНК, % | Химический состав, % | | | | Показатели сыропригодности | | |
|-------------------------|--------|----------------------|-------|-------|----------------|----------------------------|--------|--------|
| | | жир | белки | СОМО | сухие вещества | ж/б | ж/СОМО | б/СОМО |
| Козье молоко – контроль | - | 3,63 | 3,00 | 8,100 | 11,73 | 1,21 | 0,44 | 0,36 |
| Опыт 1 | 1,0 | 3,63 | 3,135 | 8,235 | 12,73 | 1,12 | 0,44 | 0,38 |
| Опыт 2 | 2,0 | 3,63 | 3,270 | 8,370 | 13,73 | 1,11 | 0,43 | 0,39 |
| Опыт 3 | 3,0 | 3,63 | 3,405 | 8,505 | 14,73 | 1,09 | 0,42 | 0,39 |
| Опыт 4 | 4,0 | 3,63 | 3,540 | 8,640 | 15,73 | 1,02 | 0,42 | 0,40 |
| Опыт 5 | 5,0 | 3,63 | 3,675 | 8,775 | 16,73 | 0,90 | 0,41 | 0,41 |

Таблица 2 – Органолептические показатели сгустков козьего молока

Table 2 – Organoleptic parameters of goat's milk clots

| Вариант | Количество КНК, % | Показатели |
|----------|-------------------|--|
| Контроль | - | Сгусток неплотный, слабо отделяет сыворотку |
| Опыт 3 | 3,0 | Сгусток плотный, невязкий |
| Опыт 4 | 4,0 | Сгусток плотный, вязкий, хорошо отделяет сыворотку |
| Опыт 5 | 5,0 | |

Таблица 3 – Химический состав опытных сгустков козьего молока

Table 3 – Chemical composition of experimental goat milk clots

| Наименование показателя | Контроль | Опыт 3 | Опыт 4 | Опыт 5 |
|--|------------|------------|------------|------------|
| Массовая доля жира, % | 3,65±0,05 | 3,65±0,05 | 3,65±0,05 | 3,65±0,05 |
| Массовая доля сухих веществ, % | 12,70±0,04 | 14,70±0,05 | 15,70±0,05 | 16,70±0,50 |
| Массовая доля общего белка, в том числе казеиновых белков, % | 3,00±0,50 | 3,40±0,05 | 3,50±0,05 | 3,70±0,05 |
| | 2,24±0,03 | 2,63±0,05 | 2,72±0,05 | 2,90±0,05 |

ВЫВОДЫ

В результате экспериментальных исследований изучены физико-химические показатели и сыропригодность молока коз зааненской породы Алтайского края. Предложено использование эффективных компонентов для коррекции показателей сыропригодности козьего молока: полисахарида (пектина) и концентрата натурального казеина (КНК). Также изучено действие жидкого ферментного препарата Ceska-Lase (Kalase), что позволило рекомендовать его для производства мягких и полутвёрдых сыров из козьего молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодров А. Козоводство в России вчера и сегодня // Животноводство России. – 2009. – № 11. – С. 8-9.

2. Горлов И.Ф. Новое в производстве функциональных продуктов из козьего молока / И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова, А.А. Короткова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 4. – С. 16-18.

3. Санников М.Ю. Современные технологии в молочном козоводстве / М.Ю. Санников, С.И. Новопашина, С.А. Хататаев [и др.] // Известия ТСХА. – 2019. Вып. 6. – С. 141-149.

4. Кожанов Т. Козоводство в масштабах страны / Т. Кожанов // Молочная промышленность. – 2015. – № 6. – С. 64.

5. Хазиков Е.Н. Развитие молочного козоводства в Республике Татарстан / Е.Н. Хазиков // Молочная промышленность. – 2015. – № 6. – С. 65-66.

6. Щетинина Е.М. Разработка технологии мягкого сыра на основе козьего молока для функционального питания: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.18.04 / Щетинина Елена Михайловна; [Место защиты: Вост.-Сиб. гос. ун-т технологий и упр.]. – Барнаул, 2016. – 17 с.

7. Щетинина Е.М. К вопросу о сыропригодности летнего молока коз Зааненской породы / Е. М. Щетинина // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XIV междунар. науч.-прак. конф.* – Барнаул. – 2019. – С. 246-247.

8. Амерханов Х.А. Новый способ машинного доения / С.А. Хататаев, А.А. Ганеев, О.И. Соловьёва // *Сыроделие и маслоделие.* – 2016. – № 4. – С. 51-53.

9. Новопашина С.И. Итоги III международной конференции по молочному козоводству / С.И. Новопашина, М.Ю. Санников, С.А. Хататаев // *Овцы, козы, шерстяное дело.* – 2018. – № 2. – С. 2-6

10. Гусейнова Р.З. Козоводство в Азербайджане / Р.З. Гусейнова // *Актуальные научные исследования в современном мире.* – 2017. – Выпуск 12 (10). – С. 45-47.

Информация об авторах

Н. Б. Гаврилова – д.т.н., профессор, Омский государственный аграрный университет.

Е. М. Щетинина – д.т.н., профессор Московского ГУПП.

Н. Л. Чернопольская – д.т.н., профессор, Омский государственный аграрный университет.

М. П. Щетинин – д.т.н., профессор, проректор Московского ГУПП.

REFERENCES

1. Bodrov A. (2009) Goat breeding in Russia yesterday and today. *Animal husbandry of Russia.* (11). 8-9. (In Russ.).

2. Gorlov I.F., Mosolova N.I. & Korotkova A.A. (2012) New in the production of functional products from goat's milk. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* (4).16-18. (In Russ.).

3. Sannikov M.Yu. , Novopashina S.I., Khatataev S.A. & et al.(2019) Modern technologies in dairy goat breeding. *Izvestiya TSHA.* (6). 141-149. (In Russ.).

4. Kozhanov T.(2016) Goat breeding on a national scale. *Dairy industry.* (6).64. (In Russ.).

5. Khazikov E.N.(2015) Development of dairy goat breeding in the Republic of Tatarstan. *Dairy industry.* (6). 65-66. (In Russ.).

6. Shchetinina E.M. (2016) Development of the technology of soft cheese based on goat's milk for functional nutrition: Abstract of the thesis candidate of technical sciences: Barnaul. (In Russ.).

7. Shchetinina E.M. (2019) On the question of the cheese suitability of summer milk of goats of the Zaansenskaya breed. *Agrarian science for agriculture: materials of the XIV Intern. scientific-practical conf.* - Barnaul. 246-247. (In Russ.).

8. Amerkhanov Kh.A., Khatataev S.A., Ganeev A.A. & Solovieva O.I. (2016) A new way of machine milking. *Cheese making and butter making* (4). 51-53. (In Russ.).

9. Novopashina S.I., Sannikov M.Yu., Khatataev S.A.(2018) Results of the III International Conference on Dairy Goat Breeding. *Sheep, goats, woolen business.* (2). 2-6. (In Russ.).

10. Huseynova R.Z. (2017) Goat breeding in Azerbaijan. *Actual scientific research in the modern world.* 12 (10).45-47. (In Russ.).

Information about the authors

N. B. Gavrilova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Omsk State Agrarian University.

E. M. Shchetinina – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Moscow State Unitary Enterprise.

N. L. Chernopolskaya – Doctor of Technical Sciences, Professor, Omsk State Agrarian University.

M. P. Shchetinin – Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector of the Moscow State Unitary Enterprise.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 637.5.04/.07+658.562

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.017



УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛУКОПЧЕННЫХ КОЛБАС С ОЛЕНИНОЙ

Александр Иванович Яшкин

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия
yashkin@asau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9244-6613>

Аннотация. К оленине относят мясо северных оленей, маралов, лосей и других представителей семейства оленьих. На возможность использования мяса маралов для промышленной переработки в Сибири указывают хорошие мясные качества животных и устойчивый рост поголовья в Республике Алтай. Использование оленины в колбасном производстве обосновано в исследованиях ученых СФНЦА, но остаются неизученными конкретные меры по снижению биологических, химических и физических рисков на различных этапах производства продукции. Цель настоящей работы состояла в разработке технологических приемов управления рисками на основе принципов ХАССП в производстве полукопченой колбасы с олениной. В работе использована оленина (мясо марала) (Республика Алтай). Данные химического состава мяса показали высокое содержание в сырье белка (20,5 %), жира (3,4 %) и золы (2,1 %). В работе над программой ХАССП составлена детализированная блок-схема производства колбасного изделия с олениной, обоснованы операционные точки, в которых необходим контроль температурно-влажностных режимов для предупреждения биологических рисков: дефростация мяса, охлаждение и сушка колбас. Процессы разделки, обвалки и жиловки мяса, а также взвешивания специй и добавок включают меры по предупреждению рисков физической природы в виде наличия в сырье обломков кости и посторонних предметов. Критической контрольной точкой являются процессы варки и копчения колбас, направленные на минимизацию уровня биологических и химических опасных факторов. Для каждой точки контроля установлено сочетание мер управления, предложена система корректирующих действий.

Ключевые слова: полукопченые колбасы, оленина, мясо марала, качество продукции, безопасность продукции, технология, система ХАССП, критические контрольные точки, корректирующие действия.

Для цитирования: Яшкин А. И. Управление качеством и безопасностью полукопченных колбас с олениной // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 133–139. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.017. EDN: <https://elibrary.ru/FKVVME>.

QUALITY AND SAFETY MANAGEMENT OF SEMI-SMOKED SAUSAGES WITH ADDITION OF VENISON

Alexander I. Yashkin

Altai state agricultural university, Barnaul, Russia
yashkin@asau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9244-6613>

Abstract. Venison includes the meat of reindeer, maral, elk and other representatives of the deer family. The possibility of using maral meat for industrial processing in Siberia is indicated by the steady growth of livestock in the Altai Republic and good meat qualities of animals. The use of deer meat in sausage production is justified in the research of SFNCA scientists, but specific measures to reduce biological, chemical and physical risks at various stages of production remain unexplored. The purpose of this work was to develop technological methods of risk management based on the principles of HACCP in the production of semi-smoked sausage with the addition of venison. Venison (maral meat) (Altai Republic) is used in the work. The data of the chemical analysis of meat showed a high content of protein (20.5%), fat (3.4%) and ash (2.1%) in the raw materials. In the work on the HACCP program, a detailed flowchart of sausage production has been compiled, operational points where temperature and humidity control are necessary to prevent biological risks are defrosting of meat, cooling and drying of sausages. The processes of cutting, deboning and veining meat, as well as weighing spices and additives, include measures to prevent physical risks in the form of the presence of bone fragments and foreign objects in the raw materials. The critical control point is the processes of boiling and smoking sausages, aimed at minimizing the level of biological and chemical hazards. Based on the results of the work carried out, a combination of management measures was established for each control point, a system of corrective actions was proposed.

Keywords: semi-smoked sausages, venison, maral meat, product quality, product safety, technology, HACCP system, critical control points, corrective actions.

For citation: Yashkin, A. I. (2022). Quality and safety management of semi-smoked sausages from venison. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 133-139. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.017. EDN: <https://elibrary.ru/FKVVME>.

ВВЕДЕНИЕ

Интерес к использованию оленины вызван ее ценными диетическими свойствами: высоким содержанием белка и низким – жира. По степени переваримости и содержанию в мясе витаминов отруба оленины превосходят говяжьей и бараньей, но уступают им по содержанию жира [1]. К оленине относят не только мясо северных оленей, но и маралов, лосей, косуль и других представителей семейства оленьих. В Республике Алтай распространение получило разведение маралов в мараловодческих хозяйствах для получения пантовой, мясной и второстепенной продукции. На возможность использования мяса маралов для промышленной переработки указывает устойчивый рост поголовья животных в регионе (54,4 тыс. голов по состоянию на 2018 г.) [2] и хорошие мясные качества [3].

Убойная масса взрослых животных достигает 110–120 кг при убойном выходе 52–55 % [3]. С возрастом животных мясо сохраняет стабильный уровень влаги и протеина – 75–77 % и 20–21 % соответственно, в то время как содержание жира в тушах возрастает [4]. По аминокислотному составу мясо богато лизином, лейцином, валином и изолейцином [5]. Однако, несмотря на высокую пищевую и биологическую ценность, оленина продолжает оставаться нетрадиционным мясным сырьем с незначительной долей в валовом объеме переработанного мяса [6].

Использование мяса оленей в колбасном производстве обосновано в исследованиях ученых СФНЦА [7–9]. Сообщается о разработке технологических схем производства колбас с олениной и о соответствии продукции нормативным требованиям безопасности. При этом за скобками исследований остается обоснование конкретных мероприятий по сни-

жению биологических и химических рисков на различных этапах производства продукции.

Наша цель заключалась в разработке технологических приемов управления рисками на основе принципов ХАССП в производстве полукопченной колбасы с олениной. В работе обоснован выбор критической контрольной точки и точек операционного контроля колбасного производства, предложена программа корректирующих действий.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на кафедре технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» (г. Барнаул, Алтайский край). Исследования сырья и готовой продукции проведены по следующим методикам. Отбор проб мяса проводили согласно требованиям ГОСТ Р 51447. Содержание влаги и сухого вещества определяли путем высушивания пробы при (103 ± 2) °С по ГОСТ 33319, содержание общей золы – методом озоления при (550 ± 25) °С по ГОСТ 31727. Определение белка выполняли по методу Кьельдаля путем минерализации пробы с определением азота согласно ГОСТ 25011, содержание жира – по методу Сокслета экстракцией растворителем по ГОСТ 23042. Энергетическая ценность продукции определена расчетным методом. Микробиологические испытания проведены по ГОСТ 30518, ГОСТ 30519, МУК 4.2.1122. Разработка элементов системы ХАССП базировалась на методике проведения анализа опасных факторов и идентификации критических контрольных точек по ГОСТ 33182 применительно к условиям мясного производства. Полученные в работе данные обработаны стандартными методами вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В работе использована оленина (мясо марала) (с. Союзга Республика Алтай), химический состав и пищевая ценность которой представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика пищевой ценности мяса марала, на 100 г продукта

Table 1 - Nutrition facts of meat, g/100 g

| Показатель | Значение |
|-------------------------------------|-----------|
| Белки, г | 20,5 |
| Жиры, г | 3,4 |
| Зола, г | 2,1 |
| Вода, г | 74,0 |
| Энергетическая ценность, ккал / кДж | 113 / 471 |

Данные химического анализа (табл. 1) указывают на высокое содержание в оленине

белка (20,5 %), жира (3,4 %) и золы (2,1 %), что в целом согласуется с результатами биохимических исследований других авторов [3, 4]. По микробиологическим показателям оленина соответствовала требованиям биологической безопасности по ТР ТС 021/2011: в исследованных образцах мяса не обнаружены бактерии группы кишечной палочки, *Salmonella* и *L. monocytogenes*.

Объектом наших исследований стал технологический процесс производства полукопченной колбасы с включением оленины (мяса марала). В рецептуру продукта на 100 кг несоленого сырья входило: оленина первого сорта (30 кг), свинина жилованная нежирная (10 кг), свинина жилованная полужирная (35 кг), шпик боковой (25 кг), крахмал, соль поваренная, сахар, пряности, фиксатор окраски. По нормативным требованиям готовый продукт должен содержать не более 38 % влаги, 46 % жира и не менее 15 % белка.

Работа над планом ХАССП для объекта исследований включала:

- характеристику сырья, ингредиентов и мясопродуктов;
- составление блок-схемы технологического процесса с детализацией операций от получения сырья до хранения готовой продукции;
- идентификацию, описание и оценку опасных факторов, присущих производству продукта, по вероятности их возникновения и тяжести последствий;
- подбор и оценку мер управления для всех идентифицированных опасностей в рамках критических контрольных точек;
- определение границ безопасности выпускаемого продукта и разработку программы мониторинга контрольных точек;
- разработку корректирующих действий для каждой контрольной точки;
- валидацию и верификацию составленного плана ХАССП.

Составлена детализированная блок-схема производства продукта, включающая основные контролируемые режимы и показатели и направления потоков сырья и материалов (рис. 1). В соответствии с первым принципом ХАССП проводится анализ опасных факторов с отнесением вероятности реализации опасности и тяжести последствий к уровням от 1 (низкая) до 4 (высокая). К существенным обычно относят те факторы риска, у которых вероятность проявления в сочетании с тяжестью последствий находятся на среднем или высоком уровне. При производстве мясных продуктов чаще фиксируют недопустимые риски биологической природы,

существенно реже – физические опасные факторы и факторы химического происхождения [10, 11].

Идентифицированы три группы опасных факторов, связанных с сырьем и технологией производства колбас. К микробиологическим факторам риска отнесены БГКП, сульфит ре-

дуцирующие клостридии, S.aureus и предельный уровень КМАФАнМ в сырье и готовой продукции. К химическим – контаминация продукции бенз(а)пиреном при копчении и к физическим – наличие в сырье посторонних предметов, обломков кости, упаковочного материала и др.

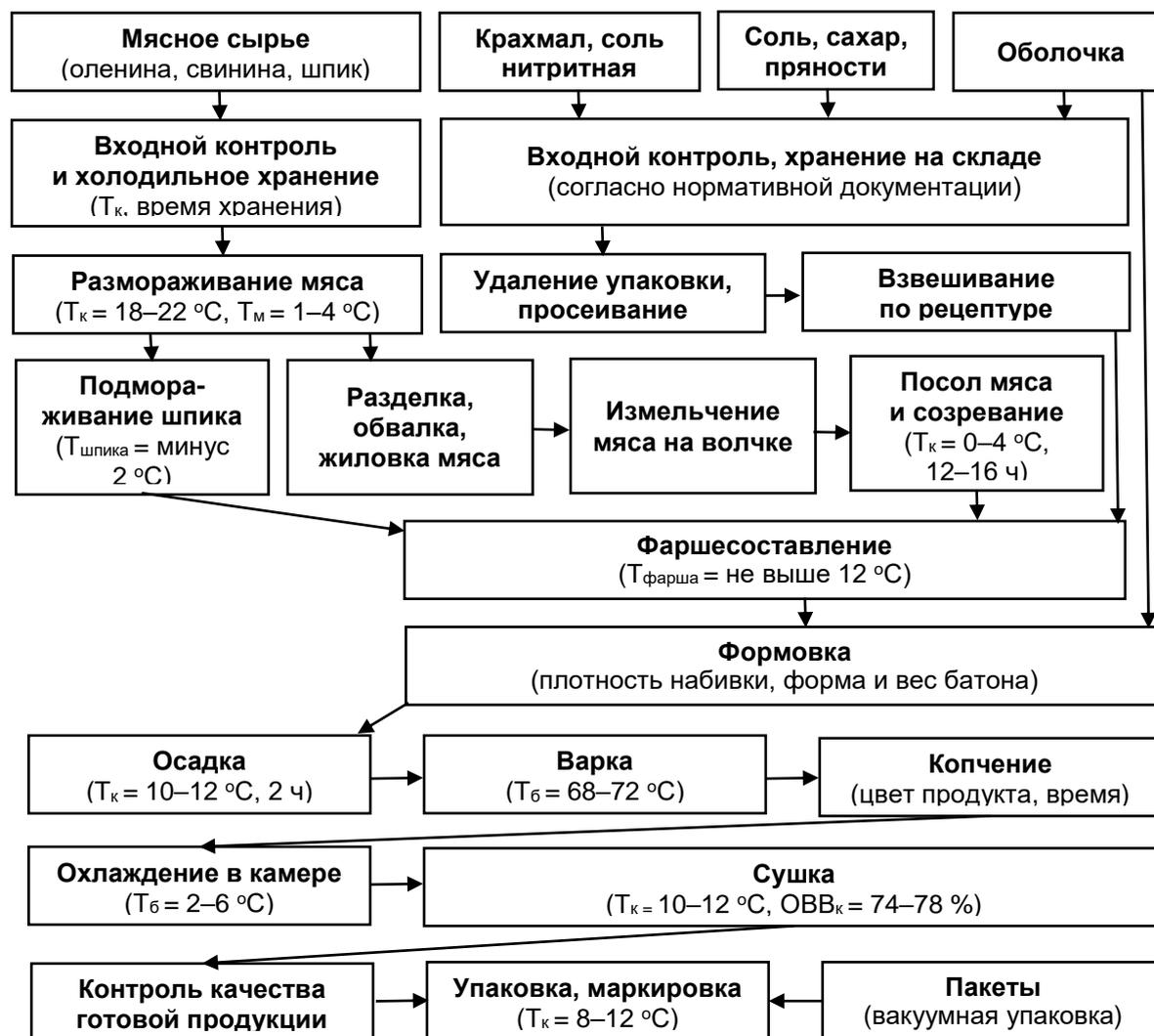


Рисунок 1 – Блок-схема технологического процесса производства полукопченой колбасы: Тк, Тм, Тб – температуры в камере, мяса, в батоне колбас, ОБВк – влажность воздуха в камере

Figure 1 - Flowchart of the technological process for the production of semi-smoked sausage: Тк, Тм, Тб - temperature in cold store, in meat, in sausage loaf, ОБВк - air humidity in cold store

Каждый признанный существенным фактор риска подлежит рассмотрению на всех этапах производства продукта. Обычно для этих целей используется алгоритмизированный метод "дерево принятия решений" с возможностью установления точек контроля для конкретного фактора риска. В критических контрольных точках технологического про-

цесса факторы риска для безопасности продукции исключают или снижают до приемлемого уровня, тогда как предупреждение появления рисков или условий для их распространения реализуют в рамках операционных программ предварительных условий (далее – ОППУ), которые переносят на блок-схему производства. В таблице 2 приведен проект

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛУКОПЧЕННЫХ КОЛБАС С ОЛЕНИНОЙ

плана системы ХАССП производства колбас с олениной. План включает список производственных операций, виды опасности, инфор-

мацию о мониторинге в операционных точках, контролируемые показатели и критические пределы.

Таблица 2 – План системы ХАССП производства полукопченой колбасы с олениной (фрагмент)

Table 2 - HACCP system plan for the production of semi-smoked sausage with venison (fragment)

| Точка контроля | Операция | Опасный фактор* | Контролируемый параметр | Место и частота контроля | Критический предел |
|----------------|-------------------------------------|-----------------|---|--|--|
| ОППУ № 1 | Дефростация мяса | Б | Температура | Внутри камеры каждые 4 ч | Выше 22 °С |
| | | | Влажность воздуха | | Более 90 % |
| | | | Температура | В сырье в конце процесса | Выше 4 °С |
| ОППУ № 2 | Разделка, обвалка, жиловка мяса | Ф | Отсутствие в сырье обломков костей, посторонних предметов | Тара с сырьем каждые 2 ч | Наличие обломков костей, посторонних предметов |
| ОППУ № 3 | Взвешивание специй, пищевых добавок | Ф | Отсутствие в навеске бумаги, упаковочных материалов | Каждая навеска специй, пищевых добавок | Наличие бумаги, упаковочных материалов |
| ККТ № 1 | Варка колбас | Б | Температура | В продукте в конце варки | Ниже 68 °С |
| | Копчение колбас | Х | Время копчения | По часам отметка в журнале постоянно | Более 120 мин. |
| ОППУ № 4 | Охлаждение колбас | Б | Температура | Внутри камеры каждые 4 ч | Выше 6 °С |
| ОППУ № 5 | Сушка колбас | Б | Температура | Внутри камеры каждые 4 ч | Выше 14 °С |

* Б – биологический, Х – химический, Ф – физический

На этапе дефростации, когда мясное сырье находится вне охлаждаемого контура [12], необходимо регулирование температурно-влажностных режимов, поскольку на оттаянном мясе процесс обсеменения идет быстрее, чем на мясе, не подвергавшемся замораживанию. При регулируемом размораживании потери мясного сока не превышают 1–3 %, мясо сохраняет высокие водосвязывающие и органолептические качества [13]. Предлагаемые корректирующие действия на случай потери контроля включают: идентификацию и изолирование сырья в камеру охлаждения; оповещение машиниста компрессорного цеха о несоответствии температуры; установление причин неисправности и их устранение.

Ряд авторов относит этап подготовки мясного сырья (разделка, обвалка, жиловка) к критической точке контроля микробиологиче-

ских рисков [14, 15]. По нашим данным, при выполнении указанных операций более вероятно проявление опасного фактора физической природы в виде посторонних предметов и обломков костей. К предлагаемым корректирующим мерам отнесен систематический осмотр сырья, его утилизация при обнаружении мелких инородных тел, а также установление и устранение коренных причин несоответствия. К точке операционного контроля отнесен процесс взвешивания специй и добавок. При составлении смеси специй следует исключать попадание бумаги и упаковочного материала, а в случае допущенного нарушения предусмотрен осмотр смеси, ее просеивание либо перемещение в зону брака.

Недопустимый уровень риска биологической природы устраняется в критической контрольной точке при термической обработ-

ке колбас, проводимой в термодымовой камере до достижения в центре колбасного батона температуры 68–72 °С. Важно также учитывать предельную продолжительность копчения колбас (до 120 мин.) во избежание химической контаминации продукта бенз(а)пиреном выше нормативных значений [16]. В случаях превышения критических пределов предусмотрено оповещение мастера о несоответствии температуры варки, повторная термообработка с последующим лабораторным контролем партии продукции.

Процессы охлаждения и сушки колбас призваны предупредить активный рост числа микроорганизмов. Известно [17], что мясопродукты на повышение содержания влаги на 2 % с прерыванием холодильной цепи реагируют микробиологической нестабильностью и ростом листерий. Предложенные нами меры включают контроль температуры (от 2 °С до 6 °С при охлаждении, до 14 °С – при сушке) и относительной влажности воздуха в камере сушки (74–78 %) либо перемещение продукции в работающую камеру.

ВЫВОДЫ

В результате проведенной работы определен перечень из пяти точек операционного контроля (дефростация, разделка, обвалка и жиловка мяса, взвешивание специй, охлаждение и сушка колбас) и одной критической контрольной точки (термическая обработка) технологического процесса производства полукопченой колбасы с олениной. Для каждой точки контроля установлено сочетание мер управления и программа корректирующих действий. Внедрение предлагаемых мероприятий позволит эффективно управлять безопасностью и качеством колбас на всех этапах производства и минимизировать риски для потребителя продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сусь, И.В., Миттельштейн, Т.М., Антонова, Е.Н. Оленина – дополнительный уникальный источник сырья мясной промышленности // *Все о мясе*. – 2012. – № 3. – С. 5–9.
2. Глотко, А.В., Ершова, Л.В. Состояние и перспективы развития пантового мараловодства в Республике Алтай // *Экономика. Профессия. Бизнес*. – 2018. – Т. 3. – № 3. – С. 58–63. DOI: 10.14258/201838.
3. Охременко, В.А., Ли, С.С. Качественная характеристика мяса диких оленей Алтайского края // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2005. – № 4 (20). – С. 27–30.
4. Малофеев, Ю.М., Полтев, А.В. Некоторые биохимические показатели мускулатуры бедра у

взрослых маралов (*Cervuselaphussibiricus*) // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 10(72). – С. 75–77.

5. Малофеев, Ю.М., Полтев, А.В., Снигирёв, С.И. Биохимический состав мяса молодняка и старых маралов при пастьбе в условиях среднегогорья Алтая // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 5 (91). – С. 83–84.

6. Кузьмичева, М.Б. Тенденции развития российского рынка оленины // *Мясная индустрия*. – 2011. – № 7. – С. 4–6.

7. Инербаева, А.Т. Оценка качества и безопасности оленины и мясных изделий на ее основе // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2018. – Т. 48. – № 4. – С. 80–86. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-11.

8. Инербаева, А.Т. Разработка технологии и оценка качества варено-копченых колбас из оленины // *Ползуновский вестник*. – 2020. – № 4. – С. 48–52. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.04.010.

9. Shelepov, V.G., Uglov, V.A., Boroday, E.V., Poznyakovsky, V.M. Chemical composition of indigenous raw meats // *Foods and raw materials*. – 2019. – V. 7. – № 2. – P. 412–418. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-2-412-418.

10. Чернуха, И.М., Хворова, Ю.А. Методология управления несоответствиями по цепи от поля до потребителя // *Все о мясе*. – 2012. – № 3. – С. 32–34.

11. Бородин, А.В., Чернуха, И.М., Никитина, М.А. Определение критических контрольных точек по трофологической цепи производства мясных продуктов от поля до потребителя // *Теория и практика переработки мяса*. – 2017. – Т. 2. – № 1. – С. 69–83. DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-1-69-83.

12. Кочнева, М.В., Сытова, М.В., Емцев, М.Е., Жигин, А.В., Смагина, А.В. Система ХАССП как основа конкурентоспособности предприятия // *Труды ВНИРО*. – 2017. – Т. 165. – С. 134–165.

13. Ивашов, В.И., Захаров, А.Н., Лисцын, А.Б., Каповский, Б.Р., Кожевникова, О.Е. Современная практика переработки замороженного мясного сырья // *Все о мясе*. – 2014. – № 2. – С. 24–29.

14. Смирнова, Н.А., Тарасова, Е.Ю. Безопасность производства и повышение качества мясосодержащих полуфабрикатов – основа принципов ХАССП // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 11(133). – С. 127–131.

15. Ребезов, М.Б., Топурия, Г.М., Асенова, Б.К. Виды опасностей во время технологического процесса производства сыровяленых мясопродуктов и предупреждающие действия (на примере принципов ХАССП) // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2. – № 1. – С. 60–66.

16. Прохоров, А.А., Ермолаева, Е.О. Разработка системы управления безопасностью на основе принципов ХАССП при производстве кровяных колбас // *Пищевая промышленность*. – 2018. – № 12. – С. 68–73.

17. Семенова, А.А., Веретов, Л.А., Большаков, О.В., Корешков, В.Н. Связанные одной холодильной цепью // *Все о мясе*. – 2011. – № 6. – С. 4–6.

Информация об авторе

А. И. Яшкин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства Алтайского государственного аграрного университета.

REFERENCES

1. Sus, I.V., Mittelshteyn, T.M. & Antonova, E.N. (2012). Venison is an additional source of raw materials for the meat industry. *All about meat*, 3, 5-9. (In Russ.).
2. Glotko, A.V., Yershova, L.V. (2018). State and prospects of development of antlers maral breeding in Altai Republic. *Economics Profession Business*, 3(3), 58-63. (In Russ.) DOI: 10.14258/201838.
3. Okhremenko, V.A., Lee, S.S. (2005). Qualitative characteristics of wild deer meat of the Altai region. *Bulletin of Altai state agricultural university*, 4(20), 27-30. (In Russ.).
4. Malofeyev, Yu.M., Poltev, A.V. (2010). Some biochemical indicators of the femoral muscles in adult marals (*Cervuselaphussibiricus*). *Bulletin of Altai state agricultural university*, 10(72), 75-77. (In Russ.).
5. Malofeyev, Yu.M., Poltev, A.V. & Snigiryov, S.I. (2012). Biochemical composition of meat of young and old marals grazing in the altai mountains of medium elevation. *Bulletin of Altai state agricultural university*, 5(91), 83-84. (In Russ.).
6. Kuzmicheva, M.B. (2011). Trends for the development of Russian market for deer meat. *Meat industry*, 7, 4-6. (In Russ.).
7. Inerbaeva, A.T. (2018). Assessment of the quality and safety of venison and meat products based on it. *Siberian herald of agricultural science*, 48(4), 80-86. (In Russ.). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-11.
8. Inerbaeva, A.T. (2020). Technology development and quality assessment boiled-smoked venison sausage. *Polzunovskiy vestnik*, 4, 48-52. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.04.010.
9. Shelepov, V.G., Uglov, V.A., Boroday, E.V. & Poznyakovskiy, V.M. (2019). Chemical composition of

indigenous raw meats. *Foods and raw materials*, 7(2), 412-418. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-2-412-418.

10. Chernukha, I.M., Khvorova, Yu.A. (2012). Methodology of management of non-compliance along the chain from field to consumers. *All about meat*, 3, 32-34. (In Russ.).

11. Borodin, A.V., Chernukha, I.M. & Nikitina, M.A. (2017). Critical control point identification through trophological meat production chain from field to fork. *Theory and practice of meat processing*, 2(1), 69-83. (In Russ.). DOI: 10.21323/2414-438X-2017-2-1-69-83.

12. Kochneva, M.V., Sytova, M.V., Emtsev, M.E., Zhigin, A.V. & Smagina, A.V. (2017). HACCP system as a basis of competitiveness of the enterprise. *Trudy VNIRO*, 165, 134-165. (In Russ.).

13. Ivashov, V.I., Zakharov, A.N., Lisitsyn, A.B., Kapovsky, B.R. & Kozhevnikova, O.E. (2014). The current practice of frozen raw meat processing. *All about meat*, 2, 24-29. (In Russ.).

14. Smirnova, N.A., Tarasova, Ye.Yu. (2015). Production safety and quality improvement of meat-containing semi-finished products as the basis of HACCP principles. *Bulletin of Altai state agricultural university*, 11(133), 127-131. (In Russ.).

15. Rebezov, M.B., Topuriya, G.M. & Asenova, B.K. (2014). Types of hazards in dry-cured meat production and preventive actions (as exemplified by HACCP principles). *Bulletin of the South Ural State University. Series "Food and Biotechnology"*, 2(1), 60-66. (In Russ.).

16. Prohorov, A.A., Ermolaeva, E.O. (2018). Development of the safety management system based on hazard analysis and critical control points approach at blood sausages production. *Food processing Industry*, 12, 68-73. (In Russ.).

17. Semyonova, A.A., Veretov, L.A., Bolshakov, O.V. & Koreshkov, V.N. (2011). Connected by a single refrigeration chain. *All about meat*, 6, 4-6. (In Russ.).

Information about the author

A. I. Yashkin - candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of technology of production and processing of livestock products of Altai state agricultural university.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 637.344

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.018



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Александр Геннадьевич Кручинин¹, Алана Владиславовна Бигаева²,
Светлана Николаевна Туровская³, Елена Евгеньевна Илларионова⁴,

^{1, 2, 3, 4} ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»,
Москва, Россия

¹ a_kruchinin@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-3227-8133>

² a_bigaeva@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0001-8400-2465>

³ s_turovskaya@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-5875-9875>

⁴ e_illarionova@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-9390-0984>

Аннотация. Молочная промышленность ежегодно производит миллионы тонн молочной сыворотки. На сегодняшний день статистические данные по производству молочной сыворотки сильно разнятся, что не позволяет дать полномасштабную оценку реальным объемам ее выпуска. Расхождение в статистических данных различных международных аналитических агентств связано с отсутствием стандартизованных алгоритмов подсчета, разночтениями в товарно-номенклатурной классификации и влиянием особенностей учета вторичного молочного сырья. Исходя из этого, целью исследований было применение количественного анализа как альтернативного подхода для оценки объемов производства вторичных сырьевых ресурсов. В статье приведены данные по объемам производства молочной сыворотки в аспекте мирового, европейского и российского рынков. Крупнейшими производителями молочной сыворотки являются страны, входящие в Евросоюз (75,98 млн. т), США (35,83 млн. т) и Российская Федерация (7,97 млн. т). Ожидается, что положительные тенденции мирового потребления сыра и творога в трехлетней перспективе приведут к росту объемов производства сыворотки на 6,4 млн.т. Анализ структуры российского рынка молочной сыворотки показал преобладание подсырной и творожной сыворотки с годовым объемом производства 4,15 и 3,82 млн. т соответственно. Кроме того, в результате проведенных исследований выявлен ряд вторичных продуктов, схожих по технологическим параметрам производства с молочной сывороткой, но не подпадающих под действие терминологического аппарата ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», составляющих около 20 % от всего объема производства молочной сыворотки в Российской Федерации.

Ключевые слова: молочная сыворотка, вторичное сырье, количественный анализ, Структура мирового рынка, Евросоюз, Российская Федерация.

Для цитирования: Современное состояние рынка вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности / А. Г. Кручинин [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 140–148. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.018. EDN: <https://elibrary.ru/UHSMMMD>.

Original article

CURRENT STATE OF THE MARKET OF SECONDARY RAW MATERIAL RESOURCES OF THE DAIRY INDUSTRY

Aleksandr G. Kruchinin ¹, Alana V. Bigaeva ², Svetlana N. Turovskaya ³,
Elena E. Illarionova ⁴

^{1, 2, 3, 4} All-Russian Dairy Research Institute

¹ a_kruchinin@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-3227-8133>

² a_bigaeva@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0001-8400-2465>

³ s_turovskaya@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-5875-9875>

⁴ e_illarionova@vnimi.org, <https://orcid.org/0000-0002-9390-0984>

Abstract. *The dairy industry produces millions of tons of milk whey annually. To date, the statistics on the production of milk whey varies greatly, which does not allow us to give a full assessment of the real volume of its production. The discrepancy of statistical data of different international analytical agencies is connected with absence of standardized algorithms of calculation, discrepancies in commodity nomenclature classification and influence of secondary raw milk accounting peculiarities. Proceeding from that the purpose of the research was to apply quantitative analysis as an alternative approach to estimate the volumes of secondary raw materials production. The article contains the data on the production volumes of milk whey in the aspect of world, European and Russian markets. The largest producers of milk whey are the countries which are in EU (75,98 mln t), USA (35,83 mln t) and Russian Federation (7,97 mln t). It is expected that the positive tendencies in world consumption of cheese and cottage cheese in three years perspective will result in growth of whey production volume by 6,4 mln t. Analysis of structure of Russian market of dairy whey showed the dominance of saturated and curd whey with annual production volume of 4,15 and 3,82 mln t respectively. In addition, as a result of studies a number of secondary products with similar technological parameters of production with milk whey, but not covered by the terminological apparatus of TR CU 033/2013 "On safety of milk and dairy products" was detected and they comprise about 20 % of the total production volume of milk whey in the Russian Federation.*

Keywords: *Dairy whey, secondary raw materials, quantitative analysis, world market structure, European Union, Russian Federation.*

For citation: Kruchinin, A. G., Bigaeva, A. V., Turovskaya, S. N. & Illarionova, E. E. (2022). Current state of the market of secondary raw material resources of the dairy industry. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 140-148. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.018. EDN: <https://elibrary.ru/UHSMMD>.

ВВЕДЕНИЕ

Переработка молока и производство молочной продукции в промышленных масштабах в силу особенностей технологического процесса приводит к высвобождению из производственного цикла значительного объема молочных компонентов, обладающих пищевой и биологической ценностью, в виде побочных продуктов. Побочные продукты переработки молока и молочных продуктов можно подразделить на утилизируемые производственные отходы (некондиционная обрезь от зачистки сыра и творога, продукция с истекшим сроком годности и/или не соответствующая показателям безопасности, промывные воды и т.д.) и вторичное молочное сырье,

подлежащее дальнейшей переработке [1–3]. Согласно терминологии Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» ТР ТС 033/2013, вторичным молочным сырьем является «побочный продукт переработки молока, молочный продукт, молочный составной продукт, молокосодержащий продукт, молокосодержащий продукт с заменителем молочного жира с частично утраченными идентификационными признаками или потребительскими свойствами (в том числе продукты, отозванные в пределах их сроков годности, соответствующие предъявляемым к продовольственному сырью требованиям безопасности), предназначенные для использования после переработки» [4].

Наиболее проблемным сегментом в области переработки вторичного молочного сырья остается сыворотка – «побочный продукт переработки молока, полученный при производстве сыра (подсырная сыворотка), творога (творожная сыворотка) или казеина (казеиновая сыворотка)» [4, 5]. Основные проблемы переработки молочной сыворотки связаны со сложным физико-химическим составом, внушительными объемами ее производства и низкой маржинальностью готовой продукции [6].

Молочная промышленность ежегодно производит миллионы тонн молочной сыворотки с тенденцией к линейному росту в перспективе. На сегодняшний день статистические данные по производству молочной сыворотки сильно разнятся, что не позволяет дать полномасштабную оценку реальным объемам ее выпуска [2, 7, 8]. Расхождение в статистических данных различных международных аналитических агентств связано с отсутствием стандартизованных алгоритмов подсчета, различиями в товарно-номенклатурной классификации и влиянием особенностей учета вторичного молочного сырья. За основу большинства статистических методологий взята выборка официальных данных, полученных от государственных налоговых служб, служб статистики и таможни, а также Министерств и Департаментов сельского хозяйства, природных ресурсов и экологии, экономического развития и пр. [9]. Официальная выборка данных государственных служб и ведомств зачастую не учитывает «теневую» часть молочной сыворотки (сливаемую со сточными водами в канализацию), при этом фиксируя только то количество, которое перерабатывается, экспортируется и утилизируется в соответствии с законодательными актами. Исходя из этого, одним из оптимальных подходов к проведению всесторонних маркетинговых исследований в области оценки объемов производства вторичных сырьевых ресурсов является квантитативный анализ. Таким образом, целью данной работы являлась оценка объемов производства вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности на примере сыворотки через квантитативный подход.

МЕТОДЫ

Методология работы построена на квантитативном анализе, алгоритм которого заключался в расчетном получении искомым данных в зависимости от усредненных норм расхода молока на выработку 1 т целевого продукта и результатов статистического анализа объемов его производства. При этом

данные подвергали проверке посредством контент-анализа, что позволило сопоставить полученные данные с массивом имеющихся аналитических данных и провести их отбраковку [9, 10]. Согласно статистическим данным, усредненная норма расхода молока базисной жирности, пошедшего на производство 1 т для группы твердых сыров, составляет 12,5 т, для группы полутвердых сыров – 10,8 т, для групп свежих сычужных, кислотно-сычужных, кисломолочных сыров (в т.ч. творога) – 6,5 т [11, 12]. При этом совокупное распределение объемов производства сыров находится в соотношении 30:40:30 соответственно. Таким образом, в алгоритм методологии расчета заложена комплексная усредненная норма расхода молока базисной жирности, пошедшего на производство 1 т сыра – 10,0 т и норма сбора сыворотки на уровне 75 % от нормализованной смеси (с учетом потерь при прессовании, посолке, созревании и пр.). Началом отсчета статистических данных стал 2014 г., когда в результате введенного продовольственного эмбарго Правительством Российской Федерации в ответ на санкции со стороны стран Евросоюза и США началась переориентация рынка молочной продукции на импортозамещение. В первую очередь под запрет попали различные группы сыров, творога и сливочного масла, что напрямую отразилось на объемах производства вторичного молочного сырья.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ официальных данных национальных статистических агентств (США, Евросоюз, Российская Федерация) и международной организации FAO (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) позволили сформировать структуру мирового рынка производства сыворотки за 2014–2020 гг. с прогнозом на 2023 г. (рисунок 1).

Согласно аналитическим данным [13–15], мировое производство молочной сыворотки с 2014 по 2020 гг. выросло на 23 млн. т. В перспективе до 2023 г. ожидается прирост объема сыворотки еще на 6,4 млн. т. Крупнейшими производителями молочной сыворотки являются страны, входящие в Евросоюз. На их долю в 2014 г. (без учета Великобритании) приходилось 41,6 % произведенного объема сыворотки, а к 2020 г. их доля снизилась до 39,98 % [16]. На втором месте по производству сыворотки находятся США, производившие 39,2 млн. тонн сыворотки в 2014 г., а в 2020 г. – 45,1 млн. т (в т.ч. около 10 млн. т кислой сыворотки) [17]. Положительные тенденции потребления сыра в США в

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

трехлетней перспективе приведут к росту объемов производства сыворотки на 2,1 млн. т. На третьей строчке производителей сыворотки со значительным отставанием находится Российская Федерация, чей объем производства в результате импортозамещения в период с 2014 по 2020 гг. вырос на 35,8 %, что в натуральном выражении составляет 2,1 млн. т.

Кроме того, эксперты отмечают увеличение производства сыворотки с темпом прироста до 3–4 % в год [18, 19]. Также среди основных производителей молочной сыворотки следует выделить Бразилию, Великобританию, Канаду, Аргентину, Турцию и Мексику, чей суммарный объем производства в 2020 г. составил 25,2 млн. т.



*31 января 2020 г Великобритания вышла из состава Евросоюза в результате проведенного в 2016 г. референдума (Brexit)

Рисунок 1 – Структура мирового рынка производства молочной сыворотки за 2014–2020 гг. с прогнозом на 2023 г.

Figure 1 - Structure of the global dairy whey production market for 2014-2020 with forecast for 2023

Детализация европейского сегмента мирового рынка производства молочной сыво-

ротки представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Структура европейского рынка производства молочной сыворотки за 2014–2020 гг. с прогнозом на 2023 г.

Figure 2 - Structure of the European whey production market for 2014-2020 with forecast for 2023

В структуре европейского сегмента производства молочной сыворотки (2020 г.) лидирующее место занимают Германия, Франция и Италия с суммарной долей рынка 55 %. При этом производство сыворотки в Германии и Франции с 2014 г. находится в стадии стагнации с прогнозом на их восстановление к 2023 г. [20, 21]. В Италии же, несмотря на рост производства сыворотки в период с 2014 по 2020 гг. на 1,02 млн. т, эксперты прогнозируют его замедление в 2023 г. В пятерку европейских производителей молочной сыворотки входят Нидерланды и Польша с годовым объемом производства сыворотки 7,02 (+21% к 2014 г.) и 6,70 (+20% к 2014 г.) млн. т соответственно. Специалисты отмечают, что в ближайшие три года не стоит ждать резкого роста производства молочной сыворотки, увеличение объемов будет находиться на уровне 1–1,5 % в год. Оценивая структуру европейского рынка, следует отметить, что более 75 % произведенной молочной сыворотки приходится на долю всего пяти

стран [22, 23]. С момента ограничения импорта сельскохозяйственной продукции из стран Евросоюза, США, Канады, Австралии и пр. (постановление Правительства Российской Федерации от 7 августа 2014 г. № 778) структура российского рынка производства сыров, творога, а соответственно и молочной сыворотки, претерпела серьезные изменения (рисунк 3) [24].

Переориентация рынка Российской Федерации на импортозамещение в период с 2014–2020 гг. способствовала динамическому росту производства подсырной сыворотки (+1,31 млн. т) и в меньшей степени творожной (+0,79 млн. т) [24, 25]. При этом эксперты сходятся во мнении, что, несмотря на влияние негативных факторов (COVID-19, экономический кризис, снижение покупательского спроса и пр.), рынок молочной сыворотки будет стабильно развиваться и к 2023 г. прибавит 17 % в сегменте подсырной и около 3 % творожной сыворотки.



* Сывороткоподобный субстрат, находящийся вне рамок правового поля ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»

Рисунок 3 – Структура российского рынка производства молочной сыворотки за 2014–2020 гг. с прогнозом на 2023 г.

Figure 3 - Structure of Russian dairy whey production market for 2014–2020 with a forecast for 2023

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Таким образом, общий объем рынка молочной сыворотки за период действия контр-санкций вырос на 35 % и по прогнозам к 2023 г. составит 10,28 млн. т [24, 26–28]. На сегодняшний день, помимо основного вторичного сырья, в молокоперерабатывающей промышленности Российской Федерации сформирован сегмент побочных продуктов переработки молочного, молочного составного, молкосодержащего сырья, в т.ч. и с ЗМЖ, находящихся вне рамок правового поля.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исходя из среднестатистического физико-химического состава кислой и сладкой сыворотки (где 70 % сухих веществ составляет лактоза, 10,5 % – сывороточный белок, 8 % – минеральные вещества, 6,1 % – молочная кислота, 5,5 % – молочный жир), а также из учетных масштабов ее производства (7,97 млн. т сыворотки за 2020 г.), годных к дальнейшей переработке, возможно провести оценку рынка молочной сыворотки РФ в эквиваленте изолированных компонентов. Таким образом, теоретический объем изолированных компонентов составляет около 358,65 тыс. т лактозы (при стоимости 119,1 руб./кг) [29], 55,8 тыс. т сывороточного белка (738,2 руб./кг) [30], 39,85 тыс. т минеральных веществ, 31,88 тыс. т молочной кислоты и 27,90 тыс. т жира (516,8 руб./кг) [29], что в стоимостном выражении составляет около 98,3 млрд. руб. Сброс такого количества ценных молочных компонентов в канализацию неразумен и крайне убыточен как с экологической точки зрения, так и с экономической.

С позиции экологических норм управления пищевыми отходами и побочными продуктами молочная сыворотка является сильнодействующим органическим загрязнителем (4 класс опасности) с высокими значениями БПК (40–60 г/л) и ХПК (50–80 г/л). Высокая органическая нагрузка молочной сыворотки в большей степени обусловлена высоким содержанием лактозы (более 90 % БПК₅ и ХПК) и в меньшей степени наличием трудно биоразлагаемых белков, жира и пр. [7, 31, 32]. Сброс молочной сыворотки в природные водоемы представляет серьезную опасность гибели для всей биосистемы вследствие значительного снижения содержания растворенного кислорода с последующей эвтрофикацией водоема. Кроме того, сыворотка, являясь благоприятной средой для развития микроорганизмов, в том числе патогенных, при попадании в водоемы может не только нарушить баланс экосистемы, но и способство-

вать появлению локальных вспышек желудочно-кишечных инфекций [33]. Утилизация сыворотки методом орошения на сельскохозяйственных угодьях в качестве удобрения приводит к засолению почвы, снижению ее окислительно-восстановительного потенциала и плодородности, вплоть до полной гибели урожая [9, 10].

В настоящее время традиционные модели обращения с молочной сывороткой [34–36] включают частичную переработку на пищевые и кормовые цели (около 20–30 %), анаэробное сбраживание с акцентом на снижение БПК и ХПК, захоронение на свалках и т.д. Повышение персональной ответственности переработчиков молока за соблюдением экологических норм совокупно с прозрачностью ее производства и валоризации, а также интенсификацией и доступностью технологий глубокой переработки молочной сыворотки в перспективе должно способствовать переходу к замкнутому циклу производства, в т.ч. с появлением нового поколения молочных продуктов с добавленной стоимостью [37–39].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / ВЫВОДЫ

Использование количественного подхода в оценке рынка вторичных сырьевых ресурсов молочной промышленности позволило выявить альтернативные данные по объемам производства молочной сыворотки в мировом масштабе, что в совокупности с прогнозируемой нагрузкой на экологию страны предопределяет необходимость развития отечественных технологий глубокой переработки в продукты с высокой маржинальностью для решения данной проблемы.

Кроме того, в результате проведенных исследований выявлен ряд вторичных продуктов, схожих по технологическим параметрам производства с молочной сывороткой, но не подпадающих под действие терминологического аппарата ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», составляющих около 20 % от всего объема производства молочной сыворотки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривенко, Е.И. Ресурсосберегающие управленческие решения как фактор инновационного развития отраслевой промышленной сферы // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2021. – № 7. – С. 23–36. doi: 10.26726/1812-7096-2021-7-23-36.
2. A new method to recycle dairy waste for the nutrition of wheat plants / S. Alharbi [et al.] // Agronomy. – 2021. – Vol. 11. – № 5. – P. 840. doi: 10.3390/agronomy11050840.

3. Modern approaches to storage and effective processing of agricultural products for obtaining high quality food products / A.G. Galstyan [et al.] // Herald of the Russian Academy of Sciences. – 2019. – Vol. 89. – № 2. – P. 211–213. doi: 10.1134/S1019331619020059.
4. ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»: принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 09 октября 2013 года № 67. – URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru> (дата обращения: 17.04.2022).
5. Короткий, И.А., Плотников, И.Б., Мазеева, И.А. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49. – № 2. – С. 227–234. doi: 10.21603/2074-9414-2019-2-227-234.
6. Production of whey protein hydrolysates with angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity using three new sources of plant proteases / M.A. Mazorra-Manzano [et al.] // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2020. – Vol. 28. – P. 101724. doi: 10.1016/j.bcab.2020.101724.
7. Das, M., Raychaudhuri, A., Ghosh, S.K. Supply chain of bioethanol production from whey: A review // Procedia Environmental Sciences. – 2016. – Vol. 35. – P. 833–846. doi: 10.1016/j.proenv.2016.07.100.
8. Biotechnological Valorization of Whey: A By-Product from the Dairy Industry / H.K. Sáenz-Hidalgo [et al.] // In Bioprocessing of Agri-Food Residues for Production of Bioproducts. Apple Academic Press, 2021. – P. 159–200.
9. Рынок молочной сыворотки в России. Текущая ситуация и прогноз 2022-2026 гг. – URL: https://alto-group.ru/otchet/rossija/526-rynok-molochnoj-syvorotki-v-rossii-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2020-2024-gg.html#utm_source=direct&utm_medium=cpc&utm_campaign=54397014&utm_content=9553888390&utm_term=premium.2 (дата обращения: 17.04.2022).
10. Анализ рынка сыров в России в 2016–2020 гг., структура розничной торговли, оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025 гг. – URL: https://businessstat.ru/images/demo/cheese_russia_demo_businessstat.pdf (дата обращения: 17.04.2022).
11. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду. – URL: <https://base.garant.ru/71830510/3812e6a592f110a437cd042048e82102/> (дата обращения: 17.04.2022).
12. Кузнецов, В.В., Шилер, Г.Г. Справочник технолога молочного производства. Сыры. – URL: <https://alternativa-sar.ru/tehnologu/mol/v-v-kuznetsov-g-g-shiler-spravochnik-tehnologa-molochnogo-proizvodstva-syru> (дата обращения: 17.04.2022).
13. Cheese Production – Source FAO. – URL: <https://www.nationmaster.com/nmx/ranking/cheese-production> (дата обращения: 17.04.2022).
14. Dairy: World Markets and Trade. – URL: <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/5t34sj56t/ws859g17m/jd472w81p/dairy-market-12-15-2017.pdf> (дата обращения: 17.04.2022).
15. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. – URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>. (дата обращения: 17.04.2022).
16. Germany – Cow Milk Cheese Production. Thousand Metric Tons - 1996 to 2019. – URL: <https://www.nationmaster.com/nmx/timeseries/german-y-cow-milk-cheese-production>. (дата обращения: 17.04.2022).
17. Sudibyo, H., Wang, K., Teste, J.W. Hydrothermal Liquefaction of Acid Whey: Effect of Feedstock Properties and Process Conditions on Energy and Nutrient Recovery // ACS Sustainable Chemistry & Engineering. – 2021. – Vol. 9. – № 34. – P. 11403–11415. doi: 10.1021/acssuschemeng.1c03358.
18. Анализ рынка сыров в России в 2016–2020 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2021–2025 гг. – URL: <https://marketing.rbc.ru/research/27985/> (дата обращения: 17.04.2022).
19. Производство сыра и творога. Излишки сыворотки – URL: <https://www.dairynews.ru/company/country/russia/stat/> (дата обращения: 17.04.2022).
20. Cow Milk Cheese Production. – URL: <https://www.nationmaster.com/nmx/ranking/cow-milk-cheese-production> (дата обращения: 17.04.2022).
21. Whey Production. – URL: <https://www.nationmaster.com/nmx/ranking/whey-production>. (дата обращения: 17.04.2022).
22. EU dairies increased production in 2020. – URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211118-1> (дата обращения: 17.04.2022).
23. Milk and milk product statistics. – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics#Milk_products (дата обращения: 17.04.2022).
24. Производство сыра и творога. – URL: <https://www.dairynews.ru/company/country/russia/stat/> (дата обращения: 17.04.2022).
25. Структура российского рынка производства сыров и творога. – URL: <https://nnms.ru/upload/iblock/68c/68c6d37bb16fda899a09f5f4d0df6c85.pdf> (дата обращения: 17.04.2022).
26. Отечественный и мировой опыт в развитии рынка сыров и сырных продуктов / Н.В. Жукова [и др.] // Экономические науки. – 2019. – № 180. – С. 39–45. doi: 10.14451/1.180.39.
27. Баранова, И.В., Голова, Е.Е. Российский рынок сыров в условиях пандемии COVID-19: состояние и перспективы развития // Фундаментальные исследования. – 2021. – № 11. – С. 32–38. doi: 10.17513/fr.43118.
28. Анализ рынка сыворотки в России в 2015–2019 гг., оценка влияния коронавируса и прогноз на 2020–2024 гг. – URL: <https://marketing.rbc.ru/research/27580/> (дата обращения: 17.04.2022).
29. GDT Events Results. – URL: <https://www.globaldairytrade.info/en/product-results/> (дата обращения: 17.04.2022).
30. Whey Protein Concentrate – Central and Western U.S. – URL: https://www.ams.usda.gov/mnreports/md_da771.txt (дата обращения: 17.04.2022).

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

31. О переработке молочной сыворотки и внедрении наилучших доступных технологий / М.С. Золоторева [и др.] // Переработка молока. – 2016. – № 7. – С. 17–19.

32. Chatzipaschali, A.A., Stamatis, A.G. Biotechnological utilization with a focus on anaerobic treatment of cheese whey: current status and prospects // *Energies*. – 2012. – Vol. 5. – № 9. – P. 3492–3525. doi:10.3390/en5093492.

33. Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey / A.F. Pires [et al.] // *Foods*. – 2021. Жиропоглощительная способность. – Vol. 10. – № 5. – P. 1067. doi: 10.3390/foods10051067.

34. Донская, Г.А., Фриденберг, Г.В. Молочная сыворотка в функциональных продуктах // Молочная промышленность. – 2013. – № 6. – С. 52–54.

35. Агаркова, Е.Ю. Аэрированные продукты с производными белков молочной сыворотки // Пищевая промышленность. – 2022. – № 3. – С. 24–27. doi: 10.52653/PPI.2022.3.3.006.

36. Directional proteolysis of secondary raw materials / N.A. Zolotarev [et al.] // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series Chemistry and Technology*. – 2020. – № 5. – P. 77–84. doi: 10.32014/2020.2518-1491.83.

37. Агарков, А.А., Рязанцева, К.А., Агаркова, Е.Ю. Перспективное направление переработки молочной сыворотки для получения сквашенных напитков с повышенной усвояемостью // Пищевая промышленность. – 2021. – № 9. – С. 16–18. doi: 10.52653/PPI.2021.9.9.002.

38. Донская, Г.А., Дрожжин, В.М., Брызгалина, В.В. Напитки кисломолочные с повышенным содержанием сывороточных белков и водорастворимых антиоксидантов // *Вестник МГТУ*. – 2018. – Т. 21. – № 3. – С. 471–480. doi: 10.21443/1560-9278-2018-21-3-471-480.

39. Агаркова, Е.Ю., Чиликин, А.Ю. Особенности технологии молочных продуктов, обогащенных сывороточными белками // Молочная промышленность. – 2021. – № 3. – С. 49–51. doi: 10.31515/1019-8946-2021-03-49-51.

REFERENCES

1. Krivenko, E.I. (2021). Resource-saving management decisions as a factor innovative development of the industrial sector. *Regional problems of economic transformation*, (7), 23-36. (In Russ.). doi: 10.26726/1812-7096-2021-7-23-36.

2. Alharbi, S., Majrashi, A., Ghoneim, A.M., Ali, E.F., Modahish, A.S., Hassan, F.A. & Eissa, M.A. (2021). A new method to recycle dairy waste for the nutrition of wheat plants. *Agronomy*, 11(5). 840. doi: 10.3390/agronomy11050840.

3. Galstyan, A.G., Aksenova, L.M., Lisitsyn, A.B., Oganesyants, L.A. & Petrov, A.N. (2019). Modern approaches to storage and effective processing of agricultural products for obtaining high quality food products. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 89(2), 211-213. doi: 10.1134/S1019331619020059.

4. Technical regulations of the Customs Union. On the safety of milk and dairy products. (2013).

TRTS No. 033/2013 from October 9, 2013. Retrieved from <http://www.eurasiancommission.org/ru>. (In Russ.).

5. Korotkiy, I., Plotnikov, I. & Maseeva, I. (2019). Current trends in whey processing. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(2), 227-234. (In Russ.). doi: 10.21603/2074-9414-2019-2-227-234.

6. Mazorra-Manzano, M.A., Mora-Cortes, W.G., Leandro-Roldan, M.M., González-Velázquez, D.A., Torres-Llanez, M.J., Ramírez-Suarez, J.C. & Vallejo-Córdoba, B. (2020). Production of whey protein hydrolysates with angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity using three new sources of plant proteases. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 28, 101724. doi: 10.1016/j.bcab.2020.101724.

7. Das, M., Raychaudhuri, A. & Ghosh, S.K. (2016). Supply chain of bioethanol production from whey: A review. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 833-846. doi: 10.1016/j.proenv.2016.07.100.

8. Sáenz-Hidalgo, H.K., Guevara-Aguilar, A., Buenrostro-Figueroa, J.J., Baeza-Jiménez, R., Flores-Gallegos, A.C. & Alvarado-González, M. (2021). Biotechnological Valorization of Whey: A By-Product from the Dairy Industry. In *Bioprocessing of Agri-Food Residues for Production of Bioproducts* (pp. 159-200). Apple Academic Press.

9. The whey market in Russia. Current situation and forecast 2022-2026. Retrieved from https://altogroup.ru/otchet/rossija/526-rynok-molochnoj-syvorotki-v-rossii-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2020-2024-gg.html#utm_source=direct&utm_medium=cpc&utm_campaign=54397014&utm_content=9553888390&utm_term=premium.2. (In Russ.).

10. Analysis of the cheese market in Russia in 2016-2020, retail trade structure, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2021-2025. Retrieved from. https://businesstat.ru/images/demo/cheese_russia_demo_businesstat.pdf. (In Russ.).

11. Current levels of emissions into the environment. Retrieved from <https://base.garant.ru/71830510/3812e6a592f110a437cd042048e82102/>. (In Russ.).

12. Kuznetsov, V.V. & Shiler, G.G. Handbook of dairy production technologist. Cheese. Retrieved from <https://alternativa-sar.ru/tehnologu/mol/v-v-kuznetsov-g-g-shiler-spravochnik-tehnologa-molochnogo-proizvodstva-syry>. (In Russ.).

13. Cheese Production - Source FAO. Retrieved from. <https://www.nationmaster.com/nmx/ranking/cheese-production>.

14. Dairy: World Markets and Trade. Retrieved from <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/5t34sj56t/ws859g17m/jd472w81p/dairy-market-12-15-2017.pdf>.

15. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Retrieved from <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/a/pp/home>.

16. Germany - Cow Milk Cheese Production. Thousand Metric Tons - 1996 to 2019. Retrieved from <https://www.nationmaster.com/nmx/timeseries/germany-cow-milk-cheese-production>.

17. Sudibyo, H., Wang, K. & Teste, J.W. (2021). Hydrothermal Liquefaction of Acid Whey: Effect of

- Feedstock Properties and Process Conditions on Energy and Nutrient Recovery. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 9(34), 11403–11415. doi: 10.1021/acssuschemeng.1c03358.
18. Analysis of the cheese market in Russia in 2016-2020, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2021-2025. Retrieved from <https://marketing.rbc.ru/research/27985/>. (In Russ.).
19. Production of cheese and cottage cheese. Excess whey. Retrieved from. <https://www.dairynews.ru/company/country/russia/stat/>. (In Russ.).
20. Cow Milk Cheese Production. Retrieved from. <https://www.nationmaster.com/nmx/ranking/cow-milk-cheese-production>.
21. Whey Production. Retrieved from <https://www.nationmaster.com/nmx/ranking/whey-production>.
22. EU dairies increased production in 2020. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211118-1>.
23. Milk and milk product statistics. Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics#Milk_products.
24. Production of cheese and cottage cheese. Retrieved from. <https://www.dairynews.ru/company/country/russia/stat/>. (In Russ.).
25. The structure of the Russian market for the production of cheese and cottage cheese. Retrieved from. <https://nnms.ru/upload/iblock/68c/68c6d37bb16fda899a09f5f4d0df6c85.pdf>. (In Russ.).
26. Zhukova, N.V., Suray, N.M., Mayorov, A.A., Kudinov, B.D., Aydinov, H.T. & Kudinovam, M.G. (2019). Domestic and world experience in the development of the market for cheese and cheese products. *Economic Sciences*, (180), 39-45. (In Russ.). doi: 10.14451/1.180.39.
27. Baranova, I.V. & Golova, E.E. (2021). Russian cheese market in the context of the COVID-19 pandemic: state and development prospects. *Basic research*, (11), 32-38. (In Russ.). doi: 10.17513/fr.43118.
28. Analysis of the whey market in Russia in 2015-2019, assessment of the impact of coronavirus and forecast for 2020-2024. Retrieved from. <https://marketing.rbc.ru/research/27580/>. (In Russ.).
29. GDT Events Results. Retrieved from <https://www.globaldairytrade.info/en/product-results/>.
30. Whey Protein Concentrate - Central and Western U.S. Retrieved from. https://www.ams.usda.gov/mnreports/md_da771.txt.
31. Zolotareva, M.S., Topalov, V.K., Evdokimov, I.A. & Chablin, B.V. (2016). About whey processing and implementation of the best available technologies. *Milk processing*, (7), 17–19. (In Russ.).
32. Chatzipaschali, A.A. & Stamatis, A.G. (2012). Biotechnological Utilization with a Focus on Anaerobic Treatment of Cheese Whey: Current Status and Prospects. *Energies*, 5(9), 3492-3525. doi:10.3390/en5093492.
33. Pires, A.F., Marnotes, N.G., Rubio, O.D., Garcia, A.C. & Pereira, C.D. (2021). Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey. *Foods*, 10(5), 1067. doi: 10.3390/foods10051067.
34. Donskaya, G.A. & Fridenberg, G.V. (2013). Milk whey in functional products. *Dairy industry*, (6), 52-54. (In Russ.).
35. Agarkova, E.Yu. (2022). Aerated product with whey protein derivatives. *Food industry*, (3), 24-27. (In Russ.). doi: 10.52653/PPI.2022.3.3.006.
36. Zolotarev, N.A., Fedotova, O.B., Agarkova, E.Yu., Akhremko, A.G. & Sokolova, O.V. (2020). Directional proteolysis of secondary raw materials. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series Chemistry and Technology*, (5), 77-84. (In Russ.). doi: 10.32014/2020.2518-1491.83.
37. Agarkov, A.A., Ryazantseva, K.A. & Agarkova, E.Yu. (2021). A promising direction for the processing of whey to obtain fermented drinks with increased digestibility. *Food industry*, (9), 16-18. (In Russ.). doi: 10.52653/PPI.2021.9.9.002.
38. Donskaya, G.A., Drozhzhin, V.M. & Bryzgalina, V.V. (2018). Fermented drinks supplemented with whey proteins and water-soluble antioxidants. *Vestnik of MSTU*, 21(3), 471-480. (In Russ.). doi: 10.21443/1560-9278-2018-21-3-471-480.
39. Agarkova, E.Yu. & Chilikin, A.Yu. (2021). Features of the technology of dairy products enriched with whey proteins. *Dairy industry*, (3), 49-51. (In Russ.). doi: 10.31515/1019-8946-2021-03-49-51.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 637.3

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.019



EDN: JNGYIL

МЯГКИЙ СЫР ИЗ СМЕСИ КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА

Ольга Николаевна Мусина ¹, Нина Ивановна Бондаренко ²,
Дарья Андреевна Усатюк ³

^{1, 2, 3} ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий», Барнаул, Россия,

¹ musinaolga@gmail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

² bni-22@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9045-6834>

³ d_usatyuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1680>

Аннотация. Фермерское сыроварение набирает все большую популярность в нашей стране. Развиваются семейные сыроварни, а ассортимент выпускаемых ими сыров постоянно расширяется.

В связи с активным развитием фермерского сыроварения актуальной является разработка новых технологий сыров, адаптированных к реализации на имеющемся оборудовании в условиях малого производства. По мнению экспертов, наиболее перспективным продуктом для начинающих сыроделов в секторе малого бизнеса являются именно мягкие сыры, не требующие созревания. Технология таких сыров наиболее подходит для развития фермерского сыроделия в начале своего пути. Большое значение имеет и высокая рентабельность получения мягких сыров, которая достигается в результате более короткого производственного цикла, поскольку исключается стадия созревания.

Разработанная технология мягкого сыра из смеси коровьего и козьего молока позволяет получать его на фермерских сыроварнях, при этом сыр отличается характерным пикантным сырным вкусом и приятным ароматом козьего молока. Приведены результаты исследований влияния доли козьего молока в смеси на показатель активной кислотности по ходу технологического процесса, на выход и массовую долю влаги сыра.

В рецептуре молочной смеси для производства сыра коровье молоко заменено козьим в количестве 10, 20 и 30 %. Установлено положительное влияние козьего молока на органолептические и физико-химические показатели мягкого сыра и его выход. В отличие от традиционных мягких сыров с характерным кисломолочным вкусом и ароматом, новый сыр отличается оригинальным сырным запахом и вкусом.

Ключевые слова: технология, мягкий сыр, коровье молоко, козье молоко, смесь, активная кислотность.

Для цитирования: Мусина О. Н., Бондаренко Н. И., Усатюк Д. А. Мягкий сыр из смеси коровьего и козьего молока // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 149–153. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.019. EDN: <https://elibrary.ru/JNGYIL>.

Original article

SOFT CHEESE MADE FROM A MIXTURE OF COW'S AND GOAT'S MILK

Olga N. Musina ¹, Nina I. Bondarenko ², Daria A. Usatyuk ³

^{1, 2, 3} Federal Altai Scientific Centre of Agro-BioTechnologies, Barnaul, Russia,

¹ musinaolga@gmail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

² bni-22@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9045-6834>

³ d_usatyuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1680>

Abstract. Farm cheese making is gaining more and more popularity in Russia. Family cheese factories are developing, and the assortment of cheeses is constantly expanding.

In connection with the active development of farm cheese-making, the development of new cheese technologies adapted to the implementation of existing equipment in small production conditions is relevant. According to experts, soft cheeses that do not require maturation are the most promising product for novice cheesemakers in the small business sector. The technology of such cheeses is most suitable for the development of farm cheese making at the beginning of its journey. Of great importance is the high profitability of obtaining soft cheeses, which is achieved as a result of a shorter production cycle, since the ripening stage is excluded.

The developed technology of soft cheese from a mixture of cow's and goat's milk makes it possible to obtain it in farm cheese factories, while the cheese has a characteristic piquant cheese taste and a pleasant aroma of goat's milk. The results of studies of the effect of the proportion of goat's milk in the mixture on the active acidity index during the technological process, on the yield and mass fraction of cheese moisture are presented.

In the formula of the milk mixture for the production of cheese, cow's milk is replaced by goat's milk in the amount of 10, 20 and 30%. The positive effect of goat's milk on the organoleptic and physico-chemical parameters of soft cheese and its yield has been established. Unlike traditional soft cheeses with a characteristic sour-milk taste and aroma, the new cheese has an original cheese smell and taste.

Keywords: technology, soft cheese, cow's milk, goat's milk, mixture, active acidity.

For citation: Musina, O. N., Bondarenko, N. I. & Usatyuk, D.A. (2022). Soft cheese made from a mixture of cow's and goat's milk. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 149-153. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.019. EDN: <https://elibrary.ru/JNGYIL>.

ВВЕДЕНИЕ

Класс мягких сыров чрезвычайно разнообразен как по органолептическим, так и по физико-химическим свойствам. Данное различие связано с большим разнообразием применяемых технологических решений в их производстве: большой разбег по массовой доле жира в нормализуемой смеси; различная массовая доля влаги; использование разных типов свертывания; наличие или отсутствие стадии созревания; использование молока от различных животных; закваски разнообразного состава; возможность использования вкусовых наполнителей и т.д.

Сыр характеризуется сложным и постоянно меняющимся составом по химическим элементам, переходящим в него от используемого молока. Сыры, имеющиеся на рынке, отличаются по составу органолептическим, физико-химическим и питательным свойствам. Данные свойства зависят, в частности, и от молока животных, из которых их производят. Сыры из козьего молока или с его добавлением [1–5] отличаются по вкусу от сыров из коровьего молока благодаря высокой концентрации жирных кислот в козьем молоке. Сыры с добавлением козьего молока имеют особый вкус и аромат, характеризуются гипоаллергенными и биологическими

МЯГКИЙ СЫР ИЗ СМЕСИ КОРОВЬЕГО И КОЗЬЕГО МОЛОКА

свойствами, к тому же отличаются низким содержанием насыщенных жиров [6–9].

Целесообразным и обоснованным представляется использование козьего молока как дополнительного сырья для получения натуральных сыров. Большой интерес представляет создание технологии получения мягкого сыра без созревания либо с коротким сроком созревания, с оригинальным сырным запахом и вкусом, взамен известных мягких свежих сыров с характерным кисломолочным вкусом и ароматом из составного сырья – смеси коровьего молока с козьим (в различном соотношении). Данный интерес обоснован ожиданием новых, оригинальных сочетаний органолептических свойств разрабатываемого сыра в зависимости от подбираемых технологических режимов.

МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись:

- молоко коровье сырое по ГОСТ 31449-2013;
- молоко козье сырое по ГОСТ 32940-2014;
- экспериментальные образцы мягкого сыра.

Физико-химические показатели в сырье и готовом продукте определяли по стандартным методикам, в частности:

- активную кислотность по ГОСТ 32892-2014;
- органолептические показатели мягкого сыра по ГОСТ 33630-2015.

При разработке сыра из смеси коровьего и козьего молока коровье молоко заменено козьим в количестве 10, 20 и 30 % (дозировки козьего молока подобраны с учетом предыдущих исследований и экономических расчетов).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Разработчиками исследовано влияние смесевой композиции на показатели готового продукта и ход технологического процесса [10].

Технология получения мягкого сыра предусматривает следующие операции:

- приемка и входной контроль сырья (коровье и козье молоко);
- подготовка к сычужному свертыванию;
- сычужное свертывание молока, обработка сгустка и сырного зерна;
- формование и самопрессование сырной массы;
- термостатирование сыра;

- охлаждение сыра;
- посолка сыра;
- фасование и упаковка сыра.

Таблица 1 – Активная кислотность смеси и сыра

Table 1 - Active acidity of the mixture and cheese

| Доля козьего молока в смеси, % | Активная кислотность, ед. рН | | | |
|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------|
| | смеси на начало свертывания | сыра в конце термостатирования | сыра после охлаждения | сыра после посолки |
| 0 | 6,40±0,07 | 5,75±0,12 | 5,54±0,10 | 5,47±0,10 |
| 10 | 6,37±0,12 | 5,64±0,10 | 5,49±0,09 | 5,44±0,11 |
| 20 | 6,34±0,10 | 5,58±0,11 | 5,45±0,10 | 5,39±0,12 |
| 30 | 6,30±0,09 | 5,52±0,15 | 5,38±0,11 | 5,35±0,10 |

В таблице 1 представлена активная кислотность смеси и мягкого сыра, полученная в ходе технологического процесса, в зависимости от дозы козьего молока в нормализованной смеси.

Как видно из данных, представленных в таблице 1, добавление козьего молока влияет на активную кислотность смеси и сыра, несколько снижая ее. По органолептическим показателям фермерский сыр, полученный из смеси коровьего и козьего молока, имел чуть более кисловатый вкус и легкий оттенок характерного вкуса и запаха козьего молока, который усиливался при увеличении доли козьего молока.

На рисунке 1 представлена динамика изменения активной кислотности сыра и сырной массы во времени в зависимости от доли козьего молока в нормализованной смеси. Добавление козьего молока способствует протеканию более активному микробиологическому процессу на всех технологических этапах получения продукта. Козье молоко богато мелкими белковыми фракциями, незаменимыми аминокислотами, витаминами, макро- и микроэлементами, что положительно влияет на рост и размножение вносимой микробиальной культуры.

Установлено, что увеличение доли козьего молока способствовало увеличению выхода готового продукта и его влажности (рисунок 2). Увеличение влажности, в свою очередь, позволило получить более пластичную и однородную консистенцию сыра.

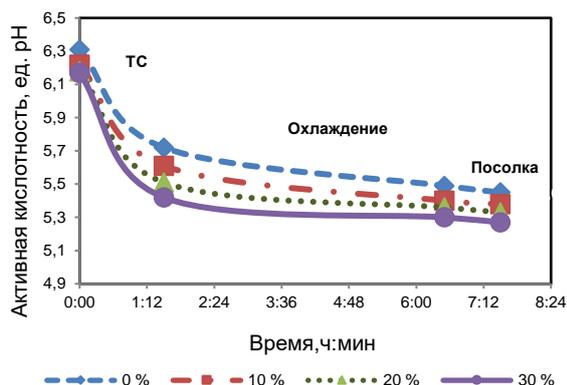


Рисунок 1 – Динамика изменения активной кислотности сыра и сырной массы во времени

Figure 1 - Dynamics of changes in the active acidity of cheese and cheese mass over time

Проведены многократные экспериментальные выработки мягкого сыра из смеси коровьего и козьего молока. В том числе проведена апробация технологии сыра из смеси козьего и коровьего молока на мини-сыроварне КФХ «Околица» Первомайского района.

Подготовлены и зарегистрированы ТУ и ТИ на сыр мягкий для фермерского сыроварения «Белая березка» (ТУ 10.51.40-092-71220805-2021).

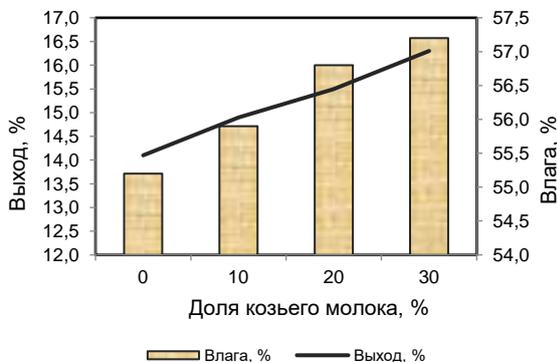


Рисунок 2 – Диаграмма зависимости выхода и массовой доли влаги сыра от доли козьего молока в нормализованной смеси

Figure 2 - Diagram of the dependence of the yield and mass fraction of cheese moisture on the proportion of goat's milk in the normalized mixture

Благодаря добавлению козьего молока к коровьему молоку при составлении нормализованной смеси удалось увеличить выход сыра и улучшить его органолептические характеристики.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты проводимых исследований свидетельствуют о положительном влиянии козьего молока на органолептические и физико-химические показатели мягкого сыра «Белая березка» (ТУ 10.51.40-092-71220805-2021).

Анализируя влияние доли козьего молока в нормализованной смеси на физико-химические и органолептические показатели мягкого сыра, установлено:

- в условиях фермерского сыроварения возможно получение по подобранным технологическим параметрам целевого продукта (сыра) с требуемыми показателями;
- увеличение доли козьего молока в смеси увеличивает выход готового продукта и незначительно повышает его влажность;
- увеличение доли козьего молока в смеси способствует быстрому нарастанию активной кислотности и ускоряет технологический процесс;
- увеличение доли козьего молока в смеси приводит к увеличению баллов органолептической оценки сыров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лечебные свойства сыров из козьего молока. – URL: http://vet-goat.ucoz.ru/blog/lechebnye_svojstva_syrov_iz_kozego_moloka/2017-03-17-36. (дата обращения: 15.09.2022).
2. Инновационные технологии сыров из козьего молока. – URL: https://dairynews.today/news/innovacionnyje_tehnologii_syrov_iz_kozjegogo_moloka.html?type=mobile/ (дата обращения: 15.09.2022).
3. Суюнчев, О.А., Вобликова, Т.В. Разработка технологии мягких сыров из козьего молока // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2007. – № 4. – С. 136–137.
4. Мусина, О.Н., Бондаренко, Н.И., Усатюк, Д.А. Технология полутвердого сыра "Великорусский" из смеси коровьего и козьего молока // Сыроделие и маслоделие. – 2020. – № 4. – С. 38–39.
5. Хиценко, А.В., Неверова, О.П. Новые технологии мягких сычужных сыров из козьего молока // Молодежь и наука. – 2018. – № 5. – С. 117.
6. Рыбалова, Т.И. Полюбите козий сыр // Сыроделие и маслоделие. – 2017. – № 4. – С. 24–25.
7. Вобликова, Т.В., Суюнчев, О.А. Пищевая и биологическая ценность сыров из козьего молока // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2007. – № 4. – С. 137–138.
8. Кустова, О.С., Безуглова, Ю.Ю. Сыр из козьего молока: исследование пользы для организма // Современная наука и молодые ученые: материалы VII Международной научно-практической конференции. – Пенза: Наука и Просвещение. – 2021. – С. 77–79.

9. Мироненко, И.М., Усатюк, Д.А., Бондаренко, Н.И. Козье молоко. Как сказку сделать былью // Сыроделие и маслоделие. – 2015. – № 6. – С. 19–23.

10. Мусина, О.Н., Бондаренко, Н.И., Усатюк, Д.А. Мягкий сыр «Белая березка» // Сыроделие и маслоделие. – 2021. – № 4. – С. 18–19.

Информация об авторах

О. Н. Мусина – д-р техн. наук, гл. науч. сотр., руководитель «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

Н. И. Бондаренко – зав. лаб. научно-прикладных и технологических разработок «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

Д. А. Усатюк – науч. сотр. лаб. научно-прикладных и технологических разработок «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

REFERENCES

1. Medicinal properties of goat's milk cheeses. Retrieved from http://vet-goat.ucoz.ru/blog/lechebnye_svoystva_syrov_iz_kozego_moloka/2017-03-17-36. (In Russ.).

2. Innovative technologies of goat's milk cheeses. Retrieved from https://dairynews.today/news/innovacionnye_tehnologii_syrov_iz_kozjego_moloka.html?type=mobile. (In Russ.).

3. Suyunchev, O.A. & Voblikova, T.V. (2007). Development of soft cheese technology from goat's milk. Bulletin of the North Caucasus State Technical University, № 4, 136-137. (In Russ.).

4. Musina, O.N., Bondarenko, N.I. & Usatiuk, D.A. (2020). Technology of semi-hard cheese "Velikorus-

skiy" from a mixture of cow and goat milk. Cheese and butter making, № 4, 38-39. (In Russ.).

5. Khitsenko, A.V. & Neverova, O.P. (2018). New technologies of soft rennet cheeses from goat's milk. Youth and Science, № 5, 117. (In Russ.).

6. Rybalova, T.I. (2017). Fall in love with goat cheese. Syrodellie i maslodellie, № 4, 24-25. (In Russ.).

7. Voblikova, T.V. & Suyunchev, O.A. (2007). Nutritional and biological value of goat's milk cheeses. Bulletin of the North Caucasus State Technical University, № 4, 137-138. (In Russ.).

8. Kustova, O.S. & Bezuglova, Yu.Yu. Goat's milk cheese: a study of benefits for the body. Modern science and young scientists: materials of the VII International Scientific and Practical Conference. Penza: Science and Education. (In Russ.).

9. Mironenko, I.M., Usatyuk, D.A. & Bondarenko, N.I. (2015). Goat's milk. How to make a fairy tale come true. Cheese-making and butter-making, № 6, 19-23. (In Russ.).

10. Musina, O.N., Bondarenko, N.I. & Usatiuk, D.A. (2021). Soft cheese "White birch". Cheese-making and butter-making, № 4, 18-19. (In Russ.).

Information about the authors

O. N. Musina - D.Sc., Head of the «Siberian Research Institute of Cheese-Making» Federal Altai Scientific Centre of Agro-Bio Technologies (FASCA).

N. I. Bondarenko - Head of the Laboratory of Scientific, Applied and Technological Developments of the «Siberian Research Institute of Cheese-Making», FASCA.

D. A. Usatiuk - research scientist, Laboratory of Scientific, Applied and Technological Developments of the "Siberian Research Institute of Cheese-Making», FASCA.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 637.146.34 - 636.39.034

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.020

 EDN: JHQRKJ

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЗЬЕГО И ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТОВ

Асан Бекешович Оспанов ¹, Елена Михайловна Щетинина ²,
Шухрат Масимжанович Велямов ³, Раушан Кыдырхановна Макеева ⁴

^{1, 3, 4} ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности», Алматы, Казахстан

¹ a.ospanov@rpf.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2396-3419>

³ v_shukhrat@mail.ru

⁴ zhanmaer@mail.ru

² Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия
schetininina2014@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3463-9502>

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования овечьего и козьего молока, как основу для производства йогуртов, которые являются одним из самых потребляемых кисломолочных напитков. Простой в потреблении, полезный продукт, которому в большинстве отдают предпочтение потребители всех возрастных групп населения. Козоводство и овцеводство распространено по всему миру, что можно объяснить тем, что мелкий рогатый скот достаточно легко адаптируется в разных климатических условиях, менее привередлив к корму, а также имеет ряд преимуществ в содержании. При правильной организации содержания мелкий рогатый скот позволяет получать сравнительно большие надои относительно собственной массы в сравнении с крупным рогатым скотом. На территории республики Казахстан активно развивается овцеводство и козоводство, анализ которого представлен в статье, а с учетом роста стада количество производимого молока позволяет организовывать его промышленную переработку. Авторами изучены основные хозяйственно-полезные признаки мелкого рогатого скота, дана оценка возможным объемам получаемого молока и возможной переработки, проведен сравнительный анализ органолептических показателей, физико-химический и технологических характеристик овечьего и козьего молока. По результатам проведенных экспериментальных выработок дана дегустационная оценка качества йогуртов.

Ключевые слова: козье молоко, овечье молоко, коровье молоко, специализированные продукты, йогурт, козоводство, овцеводство, кисломолочный напиток, мелкий рогатый скот, характеристики молока.

Для цитирования: Оценка возможности использования козьего и овечьего молока в производстве йогуртов / А. Б. Оспанов [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1. С.154-159. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.020. EDN: <https://elibrary.ru/JHQRKJ>.

Original article

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING GOAT AND SHEEP MILK IN YOGHURT PRODUCTION

Asan B. Ospanov ¹, Elena M. Shchetinina ², Shukhrat M. Velyamov ³,
Raushan K. Makeeva ⁴

^{1, 3, 4} Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan

¹ a.ospanov@rpf.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2396-3419>

³ v_shukhrat@mail.ru

⁴ zhanmaer@mail.ru

² Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia
schetinina2014@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3463-9502>

Abstract. *The article considers the possibility of using sheep's and goat's milk as a basis for the production of yoghurts, which are one of the most consumed fermented milk drinks. An easy-to-consume, useful product, which is mostly preferred by consumers of all age groups of the population. Goat and sheep breeding is widespread all over the world, which can be explained by the fact that small cattle adapt quite easily to different climatic conditions, are less fastidious to feed, and also have a number of advantages in keeping. With proper organization of the content of small cattle allows you to get relatively large yields relative to their own weight in comparison with cattle. Sheep and goat breeding is actively developing on the territory of the Republic of Kazakhstan, the analysis of which is presented in the article, and taking into account the growth of the herd, the amount of milk produced allows organizing its industrial processing. The authors have studied the main economically useful signs of small cattle, assessed the possible volumes of milk produced and possible processing, conducted a comparative analysis of organoleptic indicators, physico-chemical and technological characteristics of sheep and goat milk. Based on the results of the experimental workings, a tasting assessment of the quality of yoghurts is given.*

Keywords: *Goat's milk, sheep's milk, cow's milk, specialty products, yogurt, goat breeding, sheep breeding, fermented milk drink, small cattle, milk characteristics.*

For citation: Ospanov, A. B., Shchetinina, E. M., Velyamov, Sh. M. & Makeeva, R. K. (2022). Evaluation of the possibility of using goat and sheep milk in yoghurt production. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 154-159. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.020. EDN: <https://elibrary.ru/JHQRKJ>.

ВВЕДЕНИЕ

Одними из первостепенных задач, стоящих перед государством, в области развития сельского хозяйства, особенно молочного скотоводства в реалиях нашего времени является поиск новых и альтернативных источников сырья, которые позволят расширить ассортимент уже производимых продуктов, создать новые продукты специализированного назначения. Так же новые сырьевые ресурсы смогут увеличить конкурентоспособность предприятий, увеличить объем выпуска продукции.

Для того, чтобы выявить эффективность переработки молока овец и коз на кисломолочные продукты, в частности йогурты и определения конкурентоспособности данной продукции необходимо при учете комплексного

подхода изучить: хозяйственно-полезные признаки мелкого рогатого скота, органолептические, физико-химические и технологические свойства молока овец и коз.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Козоводство и овцеводство распространено по всему миру, что можно объяснить тем, что мелкий рогатый скот достаточно легко адаптируется в разных климатических условиях, менее привередлив к корму, а также имеет ряд преимуществ в содержании. При правильной организации содержания мелкий рогатый скот позволяет получать сравнительно большие надои относительно собственной массы в сравнении с крупным рогатым скотом.

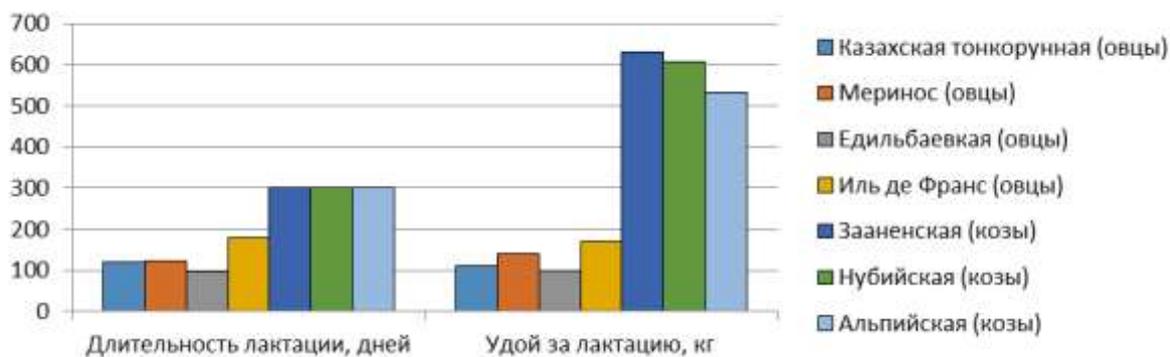


Рисунок 1 – Длительность и удой за лактацию разных пород овец и коз

Figure 1 – Duration and milk yield for lactation of different breeds of sheep and goats

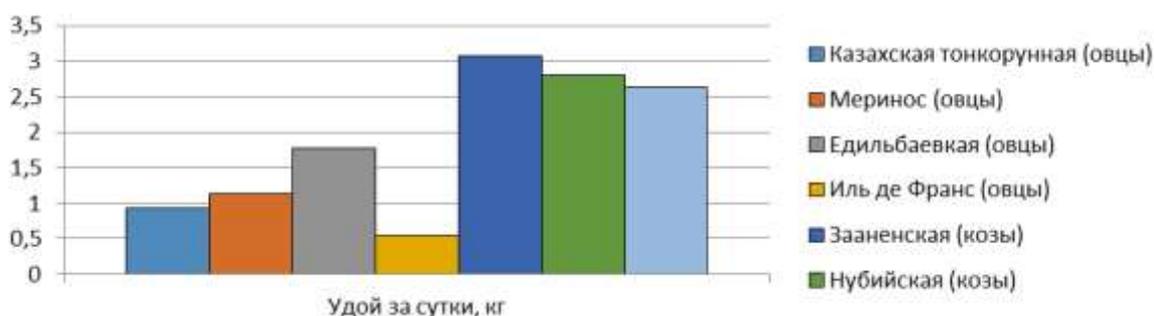


Рисунок 2 – Удой за сутки разных пород овец и коз

Figure 2 – Daily milk yield of different breeds of sheep and goats

Таблица 1 - Основные органолептические показатели козьего и овечьего молока

Table 1 - The main organoleptic indicators of goat and sheep milk

| Наименование показателя | Характеристика молока | |
|-------------------------|---|--|
| | овечьего | козьего |
| Консистенция | Однородная жидкость без осадка и хлопьев | |
| Вкус и запах | Свойственный овечьему молоку, без посторонних привкусов и запахов | Свойственный козьему молоку, без посторонних привкусов и запахов |
| Цвет | Кремового оттенка с легкой желтизной | Белый с сероватым или голубоватым оттенком |

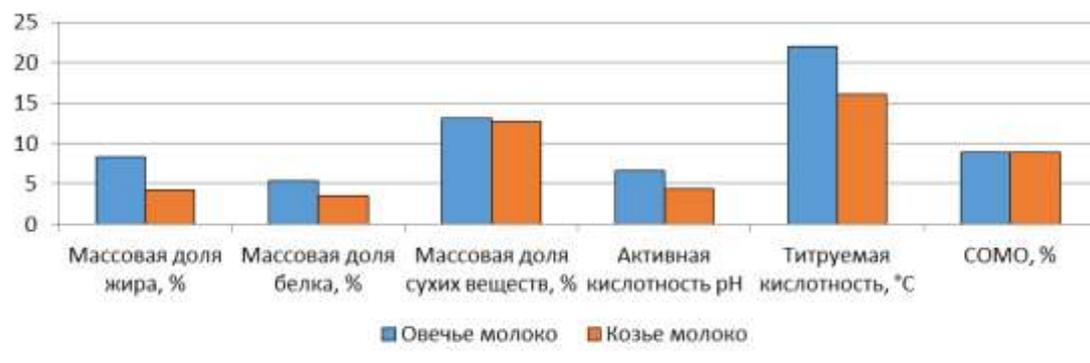


Рисунок 3 – Физико-химический состав овечьего и козьего молока

Figure 3 – Physico-chemical composition of sheep and goat milk

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЗЬЕГО И ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТОВ

Из данных рисунка 1 и 2 можно сделать вывод, что в сутки можно получать от 0,55 кг - у овец породы Иль Де Франс до 1,78 кг у Едилбай. Наибольшая молочность за всю лактацию отмечена у маток породы Иль де Франс - 169 кг, минимальную молочность имеют овцы породы Едилбаевской - 97 кг. Анализ молочной продуктивности коз разных пород показал, что козы зааненской породы превосходили сверстниц альпийской и нубийской пород по удою за 300 дней лактации и имеют по сравнению с ними более высокие среднесуточные удои.

Свежее молоко выдерживает высокотемпературную обработку без явных признаков коагуляции казеина. Низкую стойкость к нагреванию имеет молоко в начале лактации. К концу лактации термоустойчивость опять ухудшается. Таким образом, термоустойчивость белковых компонентов молока определяют в совокупности множество факторов - это белковый состав, его кислотность и солевой баланс, количество СОМО в молоке, которое к тому же зависит от стадии лактации, индивидуальных особенностей животного, времени года, составляющих рациона и т.д. Под влиянием которых нарушаются во первых органолептические свойства молока, а потом уже и физико-химические показатели.

Одним из важных технологических показателей является термоустойчивость молока, скорость и качество образования сгустка. Свертываемость молока мелкого рогатого скота по скорости образования сгустка протекает медленнее, чем в коровьем, однако стоит отметить, что сгусток из козьего молока достаточно плотный, но не стабильный, а сгусток на основе овечьего молока образуется быстрее, чем из козьего молока, плотный и стабильный.

Данные приведённые в таблице 1 позволяет заключить то, что изученные образцы как козьего, так и овечьего молока по изученным органолептическим показателям соответствуют требованиям, предъявляемым к молоку, как к сырью для производства молочной продукции.

Анализ физико-химических показателей молока овец и коз показал, что массовая доля жира овечьего молока превышает показатели козьего молока на $2,95 \pm 0,1$ %, по показателю массовой доли белка овечьё молоко превосходит козье на $2,16 \pm 0,2$ %, массовая доля сухих веществ и содержание СОМО фактически эдентично. У овечьего молока показатели кислотности так же выше.

С учетом всего вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что овечьё и козьё молоко соответствует действующим требованиям и может быть использовано, как основа для производства йогуртов.

Йогурт входит в состав кисломолочных продуктов, вырабатываемые с использованием термофильного молочнокислого стрептококка *Streptococcus thermophilus*, и термофильной молочнокислой палочкой *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Широкое распространение получили йогурты, обогащенные бифидобактериями *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, и другой микрофлорой: лактококки, ацидофильные бактерии.

Наряду с классическим натуральным йогуртом полученным сквашиванием молока с повышенным содержанием сухих веществ закваской, в состав которой входят термофильный молочнокислый стрептококк и болгарская палочка, существует множество видов продуктов различного состава с многочисленными наполнителями и ароматизаторами, имеющих плотный ненарушенный или нарушенный сгусток.

В последние годы признание потребителя получили биойогурты, содержащие живые клетки пробиотических культур, имеющие в своем составе фруктовые соки, наполнители, обогащенные витаминами, микро и макроэлементами. В состав микрофлоры заквасок при производстве живых йогуртов входят: термофильный молочнокислый стрептококк *Streptococcus thermophilus*, болгарская палочка *Lactobacillus bulgaricus*, ацидофильная палочка *Lactobacillus acidophilus* и бифидобактерий *Bifidobacterium bifidum*.



Рисунок 4 – Органолептическая оценка йогурта на основе овечьего и козьего молока

Figure 4 – Organoleptic evaluation of yogurt based on sheep's and goat's milk

В рамках оценки возможности использования козьего и овечьего молока в производстве йогуртов, была произведена экспериментальная партия натурального питьевого йогурта на основе овечьего, а так же козьего молока. Процесс производства включал классические этапы технологического процесса. Готовые образцы были подвергнуты дегустационной оценке, результат которой представлен на рисунке 4. По итогу йогурт на основе овечьего молока суммарно набрал больше баллов, превосходя йогурт на основе козьего молока в показателях консистенции и вкуса. Данные по консистенции можно объяснить разницей в белковом составе самого молока, оказывающее влияние на структуру сгустка. Вкус, которым обладают козье и овечье молоко, достаточно специфичны, в связи с чем оценка может быть зависима от предпочтительных особенностей потребителя.

Таким образом, после проведения комплексных исследований установлено, что использование такого вида сырья, как козье или овечье молоко, позволяет создавать на его основе новые продукты, в частности использовать для производства йогурта. С учетом того, что спрос на продукты специализированного назначения на территории республики Казахстан и России активно растет, то разработка технологии йогуртов из овечьего и козьего молока является актуальной. Полученная продукция будет не только носить лечебно-профилактический характер, с учетом заложенных полезных свойств сырья, но и быть привлекательной для всех возрастных групп населения.

Работа выполнена в рамках грантового проекта МОН РК AP08855775 по теме НИР: «Разработка технологии живого йогурта на основе молока мелкого рогатого скота с капсулированным плодово-ягодным концентратом».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова Н.Б. Козье молоко – биологически полноценное сырьё для специализированной пищевой продукции / Н.Б. Гаврилова, Е.М. Щетинина // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2019. - № 1. - С. 66-75.
2. Щетинина Е.М. Перспективы переработки овечьего молока на территории Алтайского края / Сыроделие и маслоделие. - 2018. - № 2. - С. 19-21.
3. Gavrilova N. Development of specialized food products for nutrition of sportsmen / N. Gavrilova, N. Chernopolskaya, M. Rebezov, E. Schetinina, I. Suyazova, S. Safronov, V. Ivanova, E. Sultanova // Journal of Critical Reviews. - 2020. - Т. 7. - № 4. - С. 233-236.
4. Оспанов А.Б. Перспективное направление развития молочной промышленности казахстана:

получение и переработка молока мелкого рогатого скота / А. Б. Оспанов, Е.М. Щетинина, Б. О. Кулжанова, Р. К. Макеева // Ползуновский Вестник. – 2021. - №4. – С. 41-46

5. Бодров А. Козоводство в России вчера и сегодня // Животноводство России. – 2009. – № 11. – С. 8-9.

6. Горлов И.Ф. Новое в производстве функциональных продуктов из козьего молока / И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова, А.А. Короткова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 4. – С. 16-18.

7. Санников М.Ю. Современные технологии в молочном козоводстве / М.Ю. Санников, С.И. Новопашина, С.А. Хататаев [и др.] // Известия ТСХА.– 2019. Вып. 6. – С. 141-149.

8. Кожанов Т. Козоводство в масштабах страны / Т. Кожанов // Молочная промышленность. – 2015. – № 6. – С. 64.

9. Хазиков Е.Н. Развитие молочного козоводства в Республике Татарстан / Е.Н. Хазиков // Молочная промышленность. – 2015. – № 6. – С. 65-66.

10. Щетинина Е.М. К вопросу о сыропригодности летнего молока коз Зааненской породы / Е. М. Щетинина // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XIV междунар. науч.-прак. конф. – Барнаул. – 2019. – С. 246-247.

Информация об авторах

А. Б. Оспанов – д.т.н., профессор, член-корреспондент Национальной Академии наук Республики Казахстан, Председатель правления ТОО «Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности».

Е. М. Щетинина – д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

Ш. М. Велямов – PhD, ведущий научный сотрудник, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности».

Р. К. Макеева – Инженер-технолог, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности».

REFERENCES

1. Gavrilova, N.B. & Shchetinina, E.M. (2019) Goat milk is a biologically valuable raw material for specialized food products. Storage and processing of agricultural raw materials. (1). 66-75. (In Russ.).
2. Shchetinina, E.M. (2018) Prospects for the processing of sheep's milk in the territory of the Altai Territory. Cheese-making and butter-making.(2). 19-21. (In Russ.).
3. Gavrilova, N. (2020) Development of specialized food products for nutrition of sportsmen / Journal of Critical Reviews. (7). 233-236.
4. Ospanov, A.B., Shchetinina, E.M., Kulzhanova, B. O., Makeeva, R. K. (2021) Perspective direction of development of the dairy industry in Kazakhstan: obtaining and processing milk of small cattle

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЗЬЕГО И ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТОВ

(4).41-46. (In Russ.).

5. Bodrov, A. (2009) Goat breeding in Russia yesterday and today. *Animal husbandry of Russia*. (11). 8-9. (In Russ.).

6. Gorlov, I.F., Mosolova, N.I. & Korotkova, A.A. (2012) New in the production of functional products from goat's milk. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. (4).16-18. (In Russ.).

7. Sannikov, M.Yu. , Novopashina, S.I., Khataev, S.A. & et al.(2019) Modern technologies in dairy goat breeding. *Izvestiya TSHA*. (6). 141-149. (In Russ.).

8. Kozhanov, T.(2016) Goat breeding on a national scale. *Dairy industry*. (6).64. (In Russ.).

9. Khazikov, E.N.(2015) Development of dairy goat breeding in the Republic of Tatarstan. *Dairy industry*. (6). 65-66. (In Russ.). (In Russ.).

10. Shchetinina, E.M. (2019) On the question of the cheese suitability of summer milk of goats of the Zaanenskaya breed. *Agrarian science for agriculture: materials of the XIV Intern. scientific-practical conf.* -

Barnaul. 246-247. (In Russ.).

Information about the authors

A. B. Ospanov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Chairman of the Board of LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry".

E. M. Shchetinina – Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Food Production.

Sh. M. Velyamov – PhD, Leading Researcher, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP.

R. K. Makeeva – Technologist, LLP "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry".

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК 664.34

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.021

 EDN: XCJKJT

КАЧЕСТВО И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА РАФИНИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Наталья Леонидовна Наумова¹, Юлия Александровна Бец²,
Елена Германовна Ковалева³, Саид Абделлатиф Саид Абушанаб⁴

^{1,2} Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

^{3,4} Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ n.naumova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

² bets.jul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8206-3061>

³ e.g.kovaleva@urfu.ru, <https://orcid.org/000-0002-3111-345X>

⁴ saiedaboushanab@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9716-9229>

Аннотация. В настоящее время ассортимент растительных масел очень разнообразен, но не всегда качество удовлетворяет ожидания потребителей. Целью исследования стало изучение качества и биологически активных веществ рафинированных растительных масел (подсолнечного, рапсового, кукурузного, из виноградных косточек). Установлено соответствие потребительских свойств и физико-химических показателей масел нормам действующих нормативных документов. Определено относительно высокое содержание (мг/кг) α -токоферола в подсолнечном ($667,16 \pm 14,22$) и рапсовом ($554,63 \pm 10,14$) маслах, относительно низкое – в кукурузном ($78,07 \pm 2,24$), средний уровень – в масле из виноградных косточек ($266,08 \pm 6,05$). Резких различий в величине АОА масел не наблюдалось. По количеству полифенолов (ммоль/л экв. галловой кислоты) первенство было отдано рапсовому маслу ($21,21 \pm 0,31$), минимальная величина определена у кукурузного ($2,24 \pm 0,06$), промежуточное положение – у подсолнечного ($9,47 \pm 0,19$) и из виноградных косточек ($5,86 \pm 0,13$). Выявлена значимая разница между уровнями полифенолов в парах: рапсовое масло – масло из виноградной косточки ($p = 0,0368$), рапсовое масло – кукурузное масло ($p = 0,0138$); между величинами α -токоферола – в любых парах масел ($p < 0,0001$). Вычисление коэффициента корреляции Пирсона не выявило связи между содержанием α -токоферола и АОА, полифенолов и АОА. Определен наибольший дисбаланс $\omega 6:\omega 3$ жирных кислот в подсолнечном масле (852:1), наименьший – в кукурузном (69:1), срединный – в масле из виноградных косточек (255:1) и рапсовом (159:1). По цене наиболее привлекательным является подсолнечное масло (109 руб./л), наименее – масло из виноградных косточек (810 руб./л). Ценовой оптимум имеют кукурузное (349 руб./л) и рапсовое (258 руб./л) масла с большей конкурентоспособностью последнего с точки зрения платежеспособности покупателя. С целью обогащения пищевого рациона теми или другими эссенциальными микронутриентами рекомендуется использование соответствующего из исследуемых образцов масел в зависимости от покупательской способности населения.

Ключевые слова: растительные масла, качество, нутриентный состав, жирные кислоты, конкурентоспособность.

Для цитирования: Качество и биологически активные вещества рафинированных растительных масел / Н. Л. Наумова [и др.] // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 160–166. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.021. EDN: <https://elibrary.ru/XCJKJT>.

Original article

QUALITY AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES REFINED VEGETABLE OILS

Natalya L. Naumova¹, Yulia A. Bets², Elena G. Kovaleva³,
Said A. S. Abushanab⁴

^{1,2} South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

^{3,4} Ural Federal University the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

¹ n.naumova@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

² bets.jul@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8206-3061>

³ e.g.kovaleva@urfu.ru, <https://orcid.org/000-0002-3111-345X>

⁴ saiedaboushanab@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9716-9229>

Abstract. Currently, the range of vegetable oils is very diverse, but the quality does not always meet the expectations of consumers. The aim of the study was to study the quality and biologically active substances of refined vegetable oils (sunflower, rapeseed, corn, grape seed). The conformity of consumer properties and physico-chemical parameters of oils with the norms of the current regulatory documents has been established. A relatively high content (mg/kg) of α -tocopherol was determined in sunflower (667.16 ± 14.22) and rapeseed (554.63 ± 10.14) oils, and relatively low content in corn (78.07 ± 2.24), the average level is in grape seed oil (266.08 ± 6.05). There were no sharp differences in the AOA values of the oils. In terms of the number of polyphenols (mmol/l equivalents of gallic acid), the championship was given to rapeseed oil (21.21 ± 0.31), the minimum value was determined for corn oil (2.24 ± 0.06), the intermediate position was for sunflower oil (9.47 ± 0.19) and from grape seeds (5.86 ± 0.13). A significant difference was found between the levels of polyphenols in pairs: rapeseed oil - grape seed oil ($p = 0.0368$), rapeseed oil - corn oil ($p = 0.0138$); between the values of α -tocopherol - in any pair of oils ($p < 0.0001$). Calculation of the Pearson correlation coefficient did not reveal a relationship between the content of α -tocopherol and AOA, polyphenols and AOA. The largest imbalance $\omega 6:\omega 3$ of fatty acids was determined in sunflower oil (852:1), the smallest - in corn (69:1), the median - in grape seed oil (255:1) and rapeseed (159:1). In terms of price, sunflower oil is the most attractive (109 rubles/l), the least attractive is grape seed oil (810 rubles/l). Corn (349 rubles/l) and rapeseed (258 rubles/l) oils have the optimum price, with the latter being more competitive in terms of the buyer's solvency. In order to enrich the diet with certain essential micronutrients, it is recommended to use the appropriate oils from the studied samples, depending on the purchasing power of the population.

Keywords: vegetable oils, quality, nutrient composition, fatty acids, competitiveness.

For citation: Naumova, N. L., Bets, Yu. A., Kovaleva, E. G., & Abushanab, S. A. S. (2022). Quality and biologically active substances refined vegetable oils. *Polzunovskiy vestnik*, 3, *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 160-166. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.021. EDN: <https://elibrary.ru/XCJKJT>.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных продуктов питания является растительное масло, поскольку оно имеет высокую биологическую ценность и незаменимость в рационе каждого человека. Трудно назвать пищевой продукт, который был бы настолько полезен, популярен и универсален [1, 2].

В настоящее время ассортимент растительных масел очень разнообразен, но не всегда качество удовлетворяет ожидания потребителей [3, 4]. Российскому покупателю

часто бывает трудно выбрать качественное масло из широко рекламируемого низкого качества, поэтому как у производителя, так и у реализатора возникают соблазны подделывать или увеличить объемы своей реализации [5, 6].

Целью исследования стало изучение качества и биологически активных веществ рафинированных растительных масел.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для испытаний послужили рафинированные растительные масла:

– подсолнечное дезодорированное первого сорта (вымороженное) ГОСТ 1129-13, изготовитель ООО «Товарное хозяйство» (413090, Саратовская обл., г. Маркс, пр. Ленина, д. 100/2), цена 109 руб./л;

– рапсовое дезодорированное высшего сорта ГОСТ 31759-12, ООО «Армаз» (630015, г. Новосибирск, ул. Королева, д. 40), цена 258 руб./л;

– кукурузное дезодорированное марки «П» ГОСТ 8808-00, АО «Эфко» (309850, Белгородская обл., р-н Алексеевский, г. Алексеевка, ул. Фрунзе, д. 2), цена 349 руб./л;

– из виноградных косточек, «Monini S.p.A.» (S.S. Flaminia, km 129, 06049, Spoleto (PG)), цена 810 руб./л.

Органолептические показатели масел определяли по ГОСТ 5472-50, содержание нежировых примесей – по ГОСТ 5481-14, влаги и летучих веществ – по ГОСТ 11812-66, мыла (качественная проба) – по ГОСТ 5480-59, жирных кислот – по ГОСТ 31663-12 и ГОСТ 31665-12, витамина Е (α-токоферола) – по МВИ 43-08, полифенолов – по [7], перекисное число (ПЧ) жира – по ГОСТ 26593-85, кислотное число (КЧ) – по ГОСТ 31933-12. Статистическую обработку проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим применением критерия значимости Тьюки с использованием программного обеспечения GraphPad Prism analysis 08.0.2. Результирующие значения ($p < 0,05$) считали значимыми.

Пробы растительных масел были отобраны в феврале 2022 г. в розничной торговой сети «Магнит» (г. Челябинск). На время

проведения испытаний период хранения масел с даты их производства составил 3 мес. при сроке годности 12 мес. – для кукурузного, 14 мес. – для подсолнечного, 18 мес. – для рапсового и из виноградных косточек. Качество масла из виноградных косточек сравнивали с нормами Codex Alimentarius. Жиры, масла и производные продукты в части Codex Stan 210-1999. Стандарт кодекса для поименованных растительных масел.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для начала оценивали органолептические характеристики масел (табл. 1). Установлено соответствие потребительских свойств подсолнечного, рапсового, кукурузного масел нормам действующих ГОСТов, масла из виноградных косточек – требованиям Codex Alimentarius. Codex Stan 210-1999.

Поскольку растительные масла в процессе хранения подвергаются окислительной и гидролитической видам порчи, представляло интерес определить характеристики (ПЧ, КЧ), отражающие эти процессы. Выявлено соответствие всех видов растительного масла по показателям порчи жировой фазы требованиям ТР ТС 024/11. Относительно высокий уровень ПЧ, установленный у масла из виноградных косточек, согласно данным ряда исследователей является для него характерным [8, 9]. По остальным физико-химическим показателям изучаемые масла были признаны доброкачественными.

Таблица 1 – Показатели качества и нутриенты растительных масел

Table 1 – Quality indicators and nutrients of vegetable oils

| Показатель | Норма по ТР ТС 024/11, не более | Результаты исследований масла | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| | | подсолнечного | рапсового | кукурузного | из виноградных косточек |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Прозрачность | прозрачное, без осадка* | прозрачное, без осадка | | | |
| Вкус и запах | без запаха, обезличенный вкус* | без запаха, обезличенный вкус | | | |
| ПЧ, мэкв/кг | 10,0 | 1,70 ± 0,05 | 3,90 ± 0,10 | 3,80 ± 0,09 | 6,00 ± 0,02 |
| КЧ, мг КОН/г | 0,6 | 0,26 ± 0,01 | 0,24 ± 0,01 | 0,30 ± 0,02 | 0,10 ± 0,01 |
| М. д. нежировых примесей, % | отсутствие* | не обнаружено | | | |
| Мыло (качественная проба) | | не обнаружено | | | |

КАЧЕСТВО И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА РАФИНИРОВАННЫХ
РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Продолжение таблицы 1

Continuation of table 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| М. д. влаги и летучих веществ, %, не более | 0,10* | 0,051 ± 0,002 | 0,060 ± 0,002 | 0,047 ± 0,002 | 0,067 ± 0,002 |
| Содержание витамина Е (α-токоферола), мг/кг | не регламентируется | 667,16 ± 14,22 | 554,63 ± 10,14 | 78,07 ± 2,24 | 266,08 ± 6,05 |
| Антиоксидантная активность, % | | 23,25 ± 0,06 | 19,45 ± 1,11 | 19,67 ± 1,28 | 22,27 ± 1,82 |
| Общее содержание полифенолов, ммоль/л экв. галловой кислоты | | 9,47 ± 0,19 | 21,21 ± 0,31 | 2,24 ± 0,06 | 5,86 ± 0,13 |

Примечание: * - норма по действующим ГОСТам для масел отечественного производства

Известно, что витамин Е выступает в качестве важнейшего регулятора активности многих ферментов, сигнальных путей и физиологических процессов; его противоопухолевые свойства обусловлены антиоксидантным, противовоспалительным, антипролиферативным, антиангиогенным, иммуномодулирующим действиями [10]. По некоторым данным, α-изоформа витамина Е обладает самой высокой антиоксидантной активностью (АОА): α-токоферол > β-токоферол > γ-токоферол > δ-токоферол [11]. Оценка АОА α-токоферола в кукурузном масле, очищенном от его естественных токоферолов, показала, что он обладает максимальной способностью ингибировать образование гидропероксидов при концентрации 100 мг/кг [12]. В этой связи актуальным вопросом стало изучение этих показателей. Определено относительно высокое содержание α-токоферола в подсолнечном и рапсовом маслах, относительно низкое – в кукурузном, средний уровень – в масле из виноградных косточек. При этом резких различий в величинах АОА масел не наблюдалось.

Наряду с токоферолами полифенольные соединения, также обладающие антиоксидантными свойствами, привлекают все большее внимание ученых. Растительные полифенолы обладают гипогликемическим и гиполипидемическим действиями, используются как фитонутриенты для диетотерапии и диетопрофилактики заболеваний, связанных с нарушениями углеводного и липидного обмена [13]. По количеству полифенолов пер-

венство было отдано рапсовому маслу, минимальная величина определена у кукурузного, промежуточное положение – у подсолнечного и из виноградных косточек.

Для объективной оценки полученных результатов использовали тест множественных сравнений Тьюки. Выявлена значимая разница между уровнями полифенолов в парах: рапсовое масло – масло из виноградной косточки (p = 0,0368), рапсовое масло – кукурузное масло (p = 0,0138); между величинами α-токоферола – в любых парах масел (p < 0,0001). Между показателями АОА значимой разницы не установлено. Вычисление коэффициента корреляции Пирсона не выявило связи между содержанием α-токоферола и АОА (r = 0,2219; 95% confidence interval - 0,7192 to 0,8757; R squared 0,04923), между уровнем полифенолов и АОА (r = -0,4680; 95% confidence interval -0,9273 to 0,5540; R squared 0,2190).

Базовым критерием пищевой ценности растительных масел является не только их жирнокислотный состав (анализ представлен в табл. 2), но и соотношение ω6:ω3 ПНЖ, которое должно соответствовать норме МР 2.3.1.0253-21 и находиться на уровне 5-10:1. Определен дисбаланс этих биологически активных веществ с существенным отклонением от регламентированной пропорции в подсолнечном масле (852:1), наименьшим – в кукурузном (69:1), средним – в масле из виноградных косточек (255:1) и рапсовом (159:1).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав растительных масел

Table 2 – Fatty acid composition of vegetable oils

| Наименование кислоты | Результаты исследований масла, % | | | |
|---|----------------------------------|-----------|-------------|-------------------------|
| | подсолнечного | рапсового | кукурузного | из виноградных косточек |
| Насыщенные кислоты (НК): | | | | |
| миристиновая С 14:0 | 0,12 | 0,10 | 0,02 | 0,08 |
| пальмитиновая С 16:0 | 6,78 | 6,50 | 10,74 | 7,26 |
| маргариновая С 17:0 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,05 |
| стеариновая С 18:0 | 3,31 | 4,05 | 2,04 | 3,95 |
| арахиновая С 20:0 | 0,23 | 0,15 | 0,40 | 0,14 |
| бегеновая С 22:0 | 0,61 | 0,64 | 0,15 | 0,23 |
| лигноцериновая С 24:0 | 0,25 | 0,21 | 0,18 | 0,09 |
| сумма кислот | 11,33 | 11,70 | 13,59 | 11,80 |
| Мононенасыщенные кислоты (МНК): | | | | |
| пальмитолеиновая С 16:1 | 0,14 | 0,08 | 0,09 | 0,16 |
| гептадеценовая С 17:1 | - | - | 0,03 | - |
| олеиновая С 18:1 | 28,70 | 20,98 | 32,22 | 26,42 |
| гондоиновая С 20:1 | 0,14 | 0,16 | 0,25 | 0,16 |
| эруковая С 22:1 | - | 0,03 | - | - |
| сумма кислот | 28,98 | 21,25 | 32,59 | 26,74 |
| Полиненасыщенные кислоты (ПНК): | | | | |
| линолевая С 18:2 ω 6 | 59,62 | 66,63 | 52,94 | 61,22 |
| γ -линоленовая С 18:3 ω 6 | - | - | 0,11 | - |
| α -линоленовая С 18:3 ω 3 | 0,07 | 0,42 | 0,77 | 0,24 |
| сумма кислот | 59,69 | 67,05 | 53,82 | 61,46 |
| соотношение ω 6: ω 3 | 852 : 1 | 159 : 1 | 69 : 1 | 255 : 1 |

Оказывая гипокоагуляционное, антиагрегатное, противовоспалительное действие, ПНК семейства ω 3 способствуют профилактике и лечению гипертонической болезни, ишемической болезни сердца, атеросклероза. В многочисленных экспериментальных и клинических исследованиях установлен их достаточно выраженный терапевтический эффект, обусловленный гипополипидемическим, гипотензивным, тромболитическим, иммуно-корректирующим действиями [14]. В этой связи кукурузное масло имеет значительное преимущество на фоне образцов-конкурентов. Эруковая кислота, присутствующая в рапсовом масле в выявленном количестве, не представляет опасности для здоровья человека [15].

Цена по-прежнему продолжает оставаться главным критерием при выборе продуктов [16]. Анализ ценовой политики показал, что наиболее привлекательным для потребителя является подсолнечное масло (цена 109 руб./л), наименее – масло из виноградных косточек (810 руб./л). Ценовой оптимум имеют кукурузное (349 руб./л) и рапсовое (258 руб./л) масла с большей кон-

курентоспособностью последнего с точки зрения платежеспособности покупателя.

ВЫВОДЫ

Исследуемые растительные масла по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют регламентированным требованиям. Из изучаемых биологически активных веществ определено достоверно высокое содержание α -токоферола в подсолнечном (667,16 \pm 14,22 мг/кг) масле, полифенолов – в рапсовом (21,21 \pm 0,31 ммоль/л экв. галловой кислоты), наименьший дисбаланс ω 6: ω 3 жирных кислот – в кукурузном (69:1), а привлекательная цена – в подсолнечном (109 руб./л).

Таким образом, для непосредственного употребления в пищу с целью обогащения рациона теми или другими эссенциальными микронутриентами рекомендуется использование соответствующего из исследуемых образцов масел в зависимости от покупательской способности населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определение биологической ценности растительных масел / Е.Л. Алькевич [и др.] // Медицинский журнал. 2009. № 2 (28). С. 23-25.
2. Власова, М.В. Анализ ассортимента и качества растительных масел / М.В. Власова, Л.А. Пашкевич // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2020. № 12. С. 118-122. doi 10.36683/2500-249X/2020-12/118-122.
3. Кадолич, Ж.В. Растительные масла: потребительский рынок, фальсификация, методы контроля качества / Ж.В. Кадолич, И.О. Деликатная, Е.А. Цветкова // Потребительская кооперация. 2012. № 4 (39). С. 82-91.
4. Большаков, Д.С. Определение фальсификации молочной продукции и растительных масел по жирнокислотному составу / Д.С. Большаков, Д.В. Юдина, Т.Б. Никешина // Ветеринария сегодня. 2016. № 2 (17). С. 20-30.
5. Пальшин, Ф.П. Перспективные методы диагностики фальсификации масло-жировой продукции / Ф.П. Пальшин, С.А. Новосёлов // Известия Российской военно-медицинской академии. 2021. Т. 40. № S1-3. С. 250-254.
6. Дифференциальная сканирующая калориметрия как метод контроля подлинности растительных масел / О.Б. Рудаков [и др.] // Журнал аналитической химии. 2021. Т. 76. № 2. С. 183-192. doi 10.31857/S0044450221020110.
7. Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill wastewaters / E. De Marco [and al.] // Food Chemistry. 2007. Vol. 104(2). P. 858-867.
8. Масло из виноградных семян / Ю.А. Огай [и др.] // Виноградарство и виноделие. 2009. Т. 39. С. 92-96.
9. Тарасов, С.В. Сорбционно-щелочная рафинация виноградного масла / С.В. Тарасов, В.И. Мартовщук, С.А. Калманович // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. № 4 (346). С. 31-33.
10. Vitamin E and its anticancer effects / A. Abraham [and al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019. No 59 (17). P. 2831-8. doi <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1474169>.
11. Cardenas, E. Dark horse at the crossroad of cancer management / E. Cardenas, R. Ghosh // Biochemical Pharmacology. 2013. No 86(7). P. 845-52. doi 10.1016/j.bcp.2013.07.018
12. Huang, S.W. Antioxidant activity of α - and γ -tocopherols in bulk oils and in oil-in-water emulsions / S.W. Huang, E.N. Frankel, J.B. German // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1994. No 42. P. 2108-14. doi 10.1021/jf00046a007
13. Перспективы использования растительных полифенолов в качестве функциональных пищевых ингредиентов / В.К. Мазо [и др.] // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 6. С. 57-66. doi 10.24411/0042-8833-2018-10067
14. Разработка липосомальной формы концентрата полиненасыщенных жирных кислот: возможные пути использования при производстве функциональных пищевых продуктов / Г.П.

- Ламажапова [и др.] // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 1. С. 76-84. doi 10.24411/0042-8833-2017-00024
15. Безопасность и качество растительного масла в зависимости от сортов и гибридов рапса, выращенного в условиях рязанской области / Е.И. Лупова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 8 (161). С. 135-143. doi 10.36718/1819-4036-2020-8-135-143
 16. Нутрициология-2040. Горизонты науки глазами ученых / под редакцией В.В. Бессонова, В.Н. Княгинина, М.С. Липецкой. СПб.: Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад», 2017. 105 с.

Информация об авторах

Н. Л. Наумова – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории перспективных исследований молекулярных механизмов стресса Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

Ю. А. Бец – аспирант кафедры общей биологии и дифференциальной психологии Южно-Уральского государственного университета (НИУ).

Е. Г. Ковалева – кандидат химических наук, профессор кафедры технологии органического синтеза Химико-технологического института Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.

С. А. С. Абушанаб – старший преподаватель Научно-образовательного и инновационного центра химико-фармацевтических технологий Химико-технологического института Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина.

REFERENCES

1. Al'kevich, E.L., Stacenko, E.A., Korolevich, M.P. & Kutnyahova, L.V. (2009). Determination of the biological value of vegetable oils. *Medical Journal*, 2 (28), 23-25. (In Russ.).
2. Vlasova, M.V. & Pashkevich, L.A. (2020). Analysis of the range and quality of vegetable oils. *Education and science without borders: fundamental and applied research*, 12, 118-122. doi 10.36683/2500-249X/2020-12/118-122 (In Russ.).
3. Kadolich, ZH.V., Delikatnaya, I.O. & Cvetkova, E.A. (2012). Vegetable oils: consumer market, falsification, quality control methods. *Consumer cooperation*, 2012, 4 (39). 82-91. (In Russ.).
4. Bol'shakov, D.S., YUdina, D.V. & Nikeshina, T.B. (2016). Determination of falsification of dairy products and vegetable oils by fatty acid composition. *Veterinary science today*, 2 (17). 20-30. (In Russ.).
5. Pal'shin, F.P. & Novosyolov, S.A. (2021). Promising methods for diagnosing falsification of oil and fat products. *Proceedings of the Russian Military Medical Academy*, 40 (S1-3). 250-254. (In Russ.).

6. Rudakov, O.B., Saranov, I.A., Nguen Van An', Rudakova, L.V. & Polyanskij, K.K. (2021). Differential scanning calorimetry as a method to control the authenticity of vegetable oils. *Journal of Analytical Chemistry*, 76 (2), 183-192. doi 10.31857/S0044450221020110 (In Russ.).
7. De Marco, E., Savarese, M., Paduano, A. & Sacchi, R. (2007). Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill wastewaters, *Food Chemistry*, 104(2), 858-867. doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.005 (In Netherlands).
8. Ogaj, YU.A., Solov'eva, L.M., Tkachenko, M.G., Chernousova, I.V., Katrich, L.I., Vinogradov, B.A., Asaturyan, ZH.M., Zajcev, G.P. & Tkachenko, O.V. (2009). Grape seed oil. *Viticulture and wine-making*, 39. 92-96. (In Russ.).
9. Tarasov, S.V., Martovshchuk, V.I. & Kalmanovich, S.A. (2015). Sorption-alkaline refining of grape oil. *News of higher educational institutions. food technology*. 4 (346). 31-33. (In Russ.).
10. Abraham, A., Kattoor, A.J., Saldeen, T., & Mehta, J.L. (2019). Vitamin E and its anti-cancer effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59 (17). 2831-8. doi 10.1080/10408398.2018.1474169 (In Great Britain).
11. Cardenas, E. & Ghosh, R. (2013). Dark horse at the crossroad of cancer management. *Biochemical Pharmacology*, 86 (7), 845-52. doi 10.1016/j.bcp.2013.07.018 (In Netherlands).
12. Huang, S.W., Frankel, E.N. & German, J.B. (1994). Antioxidant activity of α - and γ -tocopherols in bulk oils and in oil-in-water emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 2108-14. doi 10.1021/jf00046a00712 (In United States of America).
13. Mazo, V.K., Sidorova, YU.S., Sarkisyan, V.A., Kiseleva, T.L. & Kochetkova A.A. (2018). Prospects for the use of plant polyphenols as functional food ingredients. *Nutrition Matters*, 87(6). 57-66. doi 10.24411/0042-8833-2018-10067 (In Russ.).
14. Lamazhapova, G.P., Syngeeva, E.V., Kozlova, T.S. & ZHamsaranova, S.D. (2017). Development of a liposomal form of a concentrate of polyunsaturated fatty acids: possible ways of using it in the production of functional foods. *Nutritional Issues*, 86(1). 76-84. doi 10.24411/0042-8833-2017-00024 (In Russ.).
15. Lupova, E.I., Pityurina, I.S., Vinogradov, D.V. & Ivanov, E.S. (2020). Safety and quality of vegetable oil depending on varieties and hybrids of rapeseed grown in the conditions of the Ryazan region. *Vestnik KrasGAU*, 8 (161). 135-143. doi 10.36718/1819-4036-2020-8-135-143 (In Russ.).
16. Bessonov, V.V., Knyaginina, V.N. & Lipeckaya, M.S. (2017). *Nutriciology-2040. Horizons of science through the eyes of scientists*. St. Petersburg: Center for Strategic Research "North-West". (In Russ.).

Information about the authors

N. L. Naumova – Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, Laboratory for Advanced Studies of Molecular Mechanisms of Stress, South Ural State University (NRU).

Yu. A. Bets – Post-graduate student of the Department of General Biology and Differential Psychology, South Ural State University (NRU).

E. G. Kovaleva – Candidate of Chemistry Sciences, Professor of the Department of Technology of Organic Synthesis of the Institute of Chemical Technology of the Ural Federal University. the first President of Russia B.N. Yeltsin.

S. A. S. Abushanab – Senior Lecturer of the Scientific, Educational and Innovation Center of Chemical and Pharmaceutical Technologies, Institute of Chemical Technology of the Ural Federal University named after I.I. the first President of Russia B.N. Yeltsin.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК547.979.8

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.022

 EDN: AKJRCZ

ПОЛУЧЕНИЕ АСТАКСАНТИНА ИЗ ЦИСТ РАЧКА *ARTEMIA SALINA* ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Анастасия Александровна Минакова¹, Наталья Григорьевна Базарнова²,
Денис Викторович Минаков³, Ирина Владимировна Микушина⁴
Анастасия Евгеньевна Дубровина⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

³Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Бийск, Россия

¹nastya.sinitsyna.1994@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3850-3132>

²bazarnova@chem.asu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4539-2744>

³minakovd-1990@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4286-7783>

⁴mikuschinai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1280-7154>

⁵dubrovina_anastasiya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7973-8304>

Аннотация. В последние годы повышенный интерес вызывают биологически активные соединения, выделенные из природных ресурсов, особенно соединения, способные эффективно воздействовать на вовлеченные в различные заболевания молекулярные мишени. Астаксантин – каротиноид, присутствующий в составе *Haematococcus pluvialis*, *Chlorellazofingiensis*, *Chlorococcum* и *Phaffiarhodozyma*, а также в цистах рачка *Artemiasalina*. Астаксантин, используемый в промышленном масштабе в качестве пищевой добавки, антиоксиданта и компонента противораковых средств, участвует в предотвращении диабета, сердечно-сосудистых заболеваний и нейродегенеративных расстройств, укреплению иммунной защиты. Таким образом, повышение выхода извлечения астаксантина является актуальной технологической задачей. В работе приведены результаты исследования условий декапсулирования цист рачков *Artemiasalina* с подбором параметров последующей экстракции астаксантина. Изучены следующие способы воздействия: обработка гидроксидом калия, обработка раствором гипохлорита натрия, многократная заморозка/разморозка, измельчение (гомогенизация) и обработка в условиях ультразвукового поля. Показано, что наиболее эффективным методом декапсулирования цист являются обработка гипохлоритом натрия в течение 2 часов (соотношение 1:10), воздействие ультразвуком в течение 30 минут и гомогенизация в течение 30 минут: в полученных таким образом образцах концентрация астаксантина составляла 8,30 мг/г, 9,48 мг/г и 9,14 мг/г соответственно. Для дальнейших исследований по подбору оптимальных параметров экстракции использованы цисты, декапсулированные ультразвуковой обработкой. Максимальная концентрация астаксантина в экстракте достигается при обработке декапсулированных цист 96 % этанолом или подсолнечным маслом, что делает возможным непосредственное использование получаемого экстракта в производстве обогащенных и функциональных пищевых продуктов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Губернатора Алтайского края для разработки качественно новых технологий, создания инновационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий, соглашение №4 от 12.04.2022 года.

Ключевые слова: каротиноиды, ксантофиллы, астаксантин, цисты рачков, декапсуляция, *Artemiasalina*, спектрофотометрия, антиоксиданты.

Для цитирования: Получение астаксантина из цист рачка *Artemiasalina* для разработки функциональных продуктов питания / А. А. Минакова [и др.] // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 167–173. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.022. EDN: <https://elibrary.ru/AKJRCZ>.

Original article

OBTAINING ASTAXANTHIN FROM ARTEMIA SALINA CYSTS FOR THE DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

Anastasia A. Minakova¹, Natalia G. Bazarnova², Denis V. Minakov³,
Irina V. Mikushina⁴, Anastasia E. Dubrovina⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Altai state university, Barnaul, Russia

³ Biysk Technological Institute (branch) FSBEI HE "Polzunov Altai State Technical University", Biysk, Russia

¹ nastya.sinitsyna.1994@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3850-3132>

² bazarnova@chem.asu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4539-2744>

³ minakovd-1990@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4286-7783>

⁴ mikuschinai@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1280-7154>

⁵ dubrovina_anastasiya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7973-8304>

Abstract. In recent years, biologically active compounds extracted from natural resources have aroused increased interest, especially compounds that can effectively affect molecular targets involved in various diseases. Astaxanthin is a carotenoid present in *Haematococcus pluvialis*, *Chlorella zofingiensis*, *Chlorococcum* and *Phaffiarhodozyma*, as well as in the cysts of the *Artemiasalina* crustacean. Astaxanthin, used on an industrial scale as a dietary supplement, antioxidant and component of anticancer agents, is involved in the prevention of diabetes, cardiovascular diseases and neurodegenerative disorders, strengthening of immune protection. Thus, increasing the yield of astaxanthin extraction is an urgent technological task. The paper presents the results of a study of the conditions for decapsulation of *Artemiasalina* crustacean cysts with the selection of parameters for subsequent astaxanthin extraction. The following methods of exposure have been studied: treatment with potassium hydroxide, treatment with sodium hypochlorite solution, multiple freezing/thawing, grinding (homogenization) and processing under ultra-sound field conditions. It is shown that the most effective method of decapsulation of cysts is treatment with sodium hypochlorite for 2 hours (in a ratio of 1:10), ultrasound exposure for 30 minutes and homogenization for 30 minutes: in the samples obtained in this way, the concentration of astaxanthin was 8.30 mg/g, 9.48 mg/g and 9.14 mg/gd accordingly. For further studies on the selection of optimal extraction parameters, cysts decapsulated by ultrasound treatment were used. The maximum concentration of astaxanthin in the extract is achieved when decapsulated cysts are treated with 96% ethanol or sunflower oil, which makes it possible to directly use the resulting extract in the production of enriched and functional foods.

The study was carried out with the financial support of a grant from the Governor of the Altai Territory for the development of qualitatively new technologies, the creation of innovative products and services in the fields of food processing and production, pharmaceutical production and biotechnology, Agreement No. 4 of 12.04.2022.

Keywords: carotenoids, xanthophylls, astaxanthin, crustacean cysts, decapsulation, *Artemiasalina*, spectrophotometry, antioxidants.

For citation: Minakova, A. A., Bazarnova, N. G., Minakov, D. V., Mikushina, I. V. & Dubrovina, A. E. (2022). Obtaining astaxanthin from *Artemia salina* cysts for the development of functional food products. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 167-173. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.022. EDN: <https://elibrary.ru/AKJRCZ>.

ПОЛУЧЕНИЕ АСТАКСАНТИНА ИЗ ЦИСТ РАЧКА *ARTEMIA SALINA* ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Астаксантин – каротиноид, имеющий, по сравнению с β -каротином, два дополнительных атома кислорода на каждом из шестичленных колец, относящийся к группе ксантофиллов. Наличие хромофорных групп придает астаксантину насыщенный красный цвет [1, 2]. Этолипофильное соединение. Как

и другие каротиноиды, астаксантин хорошо растворяется в неполярных растворителях (гексан, толуол, бензол, петролейный эфир и другие) и практически нерастворим в воде. Так как молекула астаксантина имеет две гидроксильных группы в своем составе (рисунок 1), его растворимость в полярных растворителях (метанол, этанол) выше, чем у других каротиноидов [3, 4].

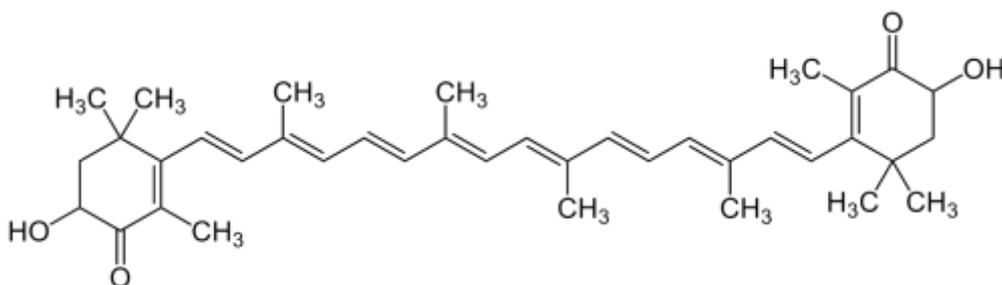


Рисунок 1 – Структурная формула астаксантина

Figure 1 - The structural formula of the astaxanthin

В пищевой промышленности каротиноиды используются в качестве натуральных пищевых красителей для кисломолочной продукции, кондитерских изделий и напитков, а также как биологически активные добавки к пище, улучшающие усвоение компонентов и способствующие нормализации обменных процессов. В отличие от других каротиноидов, астаксантин обладает следующими свойствами [5]:

- способен преодолевать гематоэнцефалический барьер, предотвращая окислительные процессы в головном мозге и центральной нервной системе;
- проникает в глазную сетчатку, оказывая противовоспалительное действие;
- гораздо быстрее улавливает свободные радикалы и гасит синглетный кислород.

Астаксантин естественным образом вырабатывается пресноводными микроводорослями *Haematococcus pluvialis* и дрожжевым грибом *Xanthophyllomyces dendrorhous* [6, 7]. Кроме того, его получение можно реализовать выделением из другого сырья, содержащего астаксантин: биомассы рыб, таких как морской лещ и лосось, из ракообразных – креветки, крабы, криль, цисты рачков *Artemiasalina* [3, 8]. В последнем случае для обеспечения эффективности экстракции астаксантина различными растворителями необходимо предварительно разрушать прочную оболочку цист, то есть проводить декапсуляцию.

В литературе описано несколько способов декапсуляции цист рачков, среди которых

можно выделить механические и химические способы. К механическим способам относятся заморозка, измельчение, обработка ультразвуком. К химическим – обработка щелочью и окислителями [9, 10].

Целью работы являлся подбор условий декапсулирования цист рачка *Artemiasalina* и экстрагента для максимального извлечения астаксантина как потенциального биологически активного ингредиента для разработки новых обогащенных и функциональных продуктов питания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследований использовали цисты рачка *Artemiasalina*, собранных осенью 2021 года на озере Большое Яровое, Алтайский край, Россия.

В работе применяли следующие методы декапсулирования цист:

1. Обработка гидроксидом калия

В расчете на 20 г капсулированных цист добавляют 200 мл 40 % раствора KOH и при непрерывном перемешивании выдерживают 30 минут. После этого раствор разбавляют и нейтрализуют концентрированной фосфорной кислотой до достижения pH 5,5...6,0. Нейтрализованный раствор фильтруют, промывают водой и сушат на воздухе [10].

2. Обработка раствором гипохлорита натрия

К 20 г капсулированных цист приливают 250 мл подготовленного декапсулирующего раствора, нагревают раствор до 40 °C и при

непрерывном перемешивании выдерживают в течение 30 минут. Затем пробу фильтруют, промывают цисты водой, небольшим количеством концентрированной соляной кислоты для удаления остатков хлора и вновь водой до нейтральной реакции.

3. Заморозка

Осуществляется многократная заморозка / разморозка капсулированных цист из расчета 200 мл воды на 20 г цист. При замачивании оболочка цист набухает, а после замораживания кристаллы льда механически нарушают целостность этой оболочки.

4. Измельчение, гомогенизация

В коническую колбу вносится 20 г капсулированных цист и 200 мл воды, затем опускают гомогенизатор и обрабатывают смесь в течение 30 минут со скоростью 25000 об/мин. После чего содержимое фильтруют и высушивают цисты на воздухе.

5. Обработка ультразвуком

В коническую колбу вносится 20 г капсулированных цист и 200 мл воды. Колба закрывается пробкой и помещается в ультразвуковую ванну при температуре 30 °С на 30 минут, после чего содержимое фильтруют и высушивают цисты на воздухе. Критерием успешно проведенного декапсулирования служит изменение окраски цист с серо-коричневого на оранжевый.

Экстракция астаксантина. В конические колбы на 1000 мл помещают по 20 г

предварительно декапсулированных цист, заливают 500 мл растворителя, тщательно перемешивают и помещают в УЗ-ванну на 30 минут, следя за тем, чтобы температура воды не поднималась выше 40 °С. После этого содержимое колб в течение суток выдерживают в темноте, затем фильтруют. Для количественного определения астаксантина в полученных экстрактах все образцы подвергнуты УФ-ВИД спектроскопии на спектрофотометре Agilent Cary 60. Анализ проводился по методике, описанной в [3].

Удельный показатель поглощения для раствора астаксантина в ацетоне – 2550, в гексане – 2100; толщина кюветы 1,0000 см.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Объектом исследования являлись цисты рачка *Artemiasalina*, обитающего в соленых озерах Алтайского края. Наличие прочной оболочки, устойчивой к агрессивным средам в течение продолжительного времени для сохранения зародышей внутри, приводит к затруднению экстракции биологически активных веществ, в том числе астаксантина.

Обработка гидроксидом калия. Проведена серия опытов с экспозицией 30 минут и 2 часа. После 30 минут воздействия цвет цист практически не изменился, после 2 часов стал серовато-зеленым (рисунок 2, а).



Рисунок 2 – Цисты после воздействия: а) гидроксида калия; б) гипохлорита натрия; в) заморозки; г) гомогенизации; д) обработки ультразвуком

Figure 2 - Cysts after exposure to: a) potassium hydroxide; b) sodium hypochlorite; v) freezing; g) homogenization; d) ultrasound treatment

ПОЛУЧЕНИЕ АСТАКСАНТИНА ИЗ ЦИСТ РАЧКА ARTEMIA SALINA ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ



Рисунок 3 – Экстракты из декапсулированных цист: 1 – гипохлорит натрия, 30 минут; 2 – гипохлорит натрия, 2 ч; 3 – гипохлорит натрия, 4 ч; 4 – УЗ, 15 минут; 5 – УЗ, 30 минут; 6 – гомогенизация, 30 минут; 7, 8, 9 – заморозка 1, 2, 3 цикла соответственно

Figure 3 - Extracts obtained from decapsulated cysts: 1 - sodium hypochlorite 30 min; 2 - sodium hypochlorite 2 h; 3 - sodium hypochlorite 4 h; 4 - UZ 15 min; 5 - UZ 30 min; 6 - homogenization 30 min; 7, 8, 9 - freezing 1, 2, 3 cycle accordingly

Таблица 1 – Анализ содержания астаксантина в этанольных экстрактах цист *A.salina*, декапсулированных разными способами

Table 1 - Analysis of the content of astaxanthin in ethanol extracts of *A.salina* cysts, decapsulated in different ways

| № п/п | Длина волны, нм | Оптическая плотность | Концентрация астаксантина | |
|-------|-----------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| | | | •10 ⁻⁴ моль/л | мг/г |
| 1 | 471,0 | 0,224 | 2,20 | 3,28 |
| 2 | 470,0 | 0,568 | 5,57 | 8,30 |
| 3 | 466,0 | 0,250 | 2,45 | 3,66 |
| 4 | 466,0 | 0,256 | 2,51 | 3,75 |
| 5 | 470,0 | 0,648 | 6,35 | 9,48 |
| 6 | 468,0 | 0,625 | 6,13 | 9,14 |
| 7 | 469,0 | 0,253 | 2,48 | 3,70 |
| 8 | 467,0 | 0,199 | 1,95 | 2,91 |
| 9 | 471,0 | 0,056 | 0,55 | 0,81 |

Примечания. Коэффициент разбавления = 2,5. Номера образцов: 1 – гипохлорит натрия 30 минут; 2 – гипохлорит натрия 2 ч; 3 – гипохлорит натрия 4 ч; 4 – УЗ 15 минут; 5 – УЗ 30 минут; 6 – гомогенизация 30 минут; 7, 8, 9 – заморозка 1, 2, 3 цикла соответственно.

Обработка гипохлоритом натрия.

Проведена серия опытов с различным временем выдержки – 30 минут, 2 часа и 4 часа. Внешний вид цист представлен на рисунке 2, б. Очевидно, что слишком продолжительное воздействие гипохлорита натрия ведет к более глубокому разрушению цист; такие цисты уже непригодны для извлечения из них астаксантина.

Заморозка. Проведена серия опытов с различным количеством циклов заморозки / разморозки с водой (1, 2, 3 цикла). Все цисты после разморозки и высушивания выглядели идентично (рисунок 2, в).

Измельчение проводили на гомогенизаторе WiseTis в течение 30 минут со скоростью 25000 об/мин. (рисунок 2, г).

Обработка ультразвуком. Варианты обработки различались продолжительностью ультразвукового воздействия, при использовании УЗ-ванны Wise Clean (рисунок 2, д).

Для оценки эффективности декапсуляции перечисленными методами далее из цист получали этанольные экстракты и сравнивали содержание в них астаксантина (таблица 1). С этой целью в мерные колбы объемом 25 мл вносили по 10 мл этанольных экстрактов и доводили до метки ацетоном. Содержимое колб перемешивали. Регистрацию УФ-спектров проводили в диапазоне длины волны 200...600 нм.

Для анализа концентрации астаксантина в этанольных экстрактах использовали закон Бугера-Ламберта-Бера: $A = \epsilon \cdot C \cdot l$, A – оптическая плотность раствора, l – толщина кюветы – 1 см, ϵ – удельный показатель поглощения для раствора астаксантина в ацетоне – 2550.

Результаты фотометрических исследований образцов, полученных из декапсулированных различным способом цист, показали, что наибольшей степенью экстракции обла-

дают образцы 2, 5 и 6. Им соответствуют способы декапсуляции: образец 2 – обработка гипохлоритом натрия в течение 2 часов; образец 5 – воздействие ультразвуком в течение 30 минут; образец 6 – гомогенизация в течение 30 минут.

Наиболее эффективным способом декапсуляции следует считать обработку ультразвуком в течение 30 минут, поэтому дальнейшие исследования проводили с декапсулированными цистами, полученными данным способом.

Таблица 2 – Влияние растворителей на извлечение астаксантина из декапсулированных цист рачка *Artemiasalina*

Table 2 - Investigation of the effect of solvents on the extraction of astaxanthin from decapsulated *Artemiasalina*

| Растворитель | Полоса поглощения, нм | Оптическая плотность | Концентрация астаксантина, мг/г |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Этилацетат | 465,0 | 0,418 | 1,05 |
| Толуол | 478,0 | 0,259 | 0,99 |
| Петролейный эфир | 463,0 | 0,139 | 0,59 |
| HEAT* | 469,0 | 1,453 | 4,62 |
| Гексан | 459,0 | 0,223 | 0,52 |
| 96 % этанол* | 461,0 | 0,648 | 9,48 |
| Подсолнечное масло** | 465,0 | 0,999 | 10,91 |

Примечания. HEAT – гексан-ацетон-этанол-толуол 10:7:6:7.
*коэффициент разведения 2, **коэффициент разведения 12,5

В таблице 2 представлены результаты исследования влияния растворителей на концентрацию астаксантина, извлеченного из декапсулированных цист рачков *Artemiasalina*. Следует отметить, что максимальное извлечение астаксантина достигается при обработке сырья 96 % этанолом и растительным маслом. Первый растворитель можно использовать для получения сухого остатка суммы биологически активных веществ, в том числе астаксантина. Второй растворитель – для непосредственного использования в качестве функционального продукта или ингредиента для пищевых производств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что наиболее эффективными способами декапсуляции цист *Artemiasalina* являются: обработка гипохлоритом натрия в течение 2 ч; обработка ультразвуком в течение 30 минут; гомогенизация в течение 30 минут.

Максимальная концентрация астаксантина экстракте достигается при обработке декапсулированных цист 96 % этанолом или подсолнечным маслом, что делает возможным непосредственное использование получаемого экстракта в производстве обогащенных и функциональных пищевых продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленников, П.В., Чулахина, Г.Н., Скрыпник, Л.Н. Содержание антоциановых и каротиноидных пигментов в лекарственных растениях // Вестник МГОУ. – 2013. – № 1. – С. 1–14. Doi: 10.18384/2224-0209-2013-1-793.
2. Печинский, С.В., Курегян, А.Г. Структура и биологические функции каротиноидов // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2013. – № 9. – С. 4–15.
3. Курегян, А.Г. Печинский, С.В. Способ получения каротиноидов из растительного сырья // Современная медицина: актуальные вопросы : материалы XXI междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск. – 2013. – С. 94–99.
4. Seabra, L.M.J., Pedrosa, L.F.C. Astaxanthin: structural and functional aspects // Rev. Nutr. – 2010. – Т. 23. – № 6. – P. 1041–1050.
5. Самойлова, М.В. Влияние астаксантина как сильнейшего антиоксиданта на организм человека // Химико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2015. – Т. 17. – № 1. – С. 102–107.
6. Samovich, T.V., Goncharik, R.G., Pechenikina, E.I., Viazau, Ya.V., Kozel, N.V. Astaxanthin accumulation in *Haematococcus pluvialis* cells induced by nitrogen deficiency and high light intensity // Journal of the Belarusian State University. – Biology. – 2020. – V. 3. – P. 37–45. Doi: 10.33581/2521-1722-2020-3-37-45.
7. Савчик, А.В., Новик, Г.И. Каротиноидсинтезирующие дрожжевые грибы и их применение в биотехнологии (обзор литературы) // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2020. – Т. 13. – № 3 (49). – С. 70–83.
8. Курегян, А.Г., Печинский, С.В. Выделение астаксантина из панцирей креветок // Евразийский Союз Ученых (Фармацевтические науки). – 2015. – Т. 7. – № 16. – С. 98–100.

ПОЛУЧЕНИЕ АСТАКСАНТИНА ИЗ ЦИСТ РАЧКА ARTEMIA SALINA ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

9. Hasan, M.K., Rabbane, M.G. Effects of temperature and salinity on the decapsulation of Artemia cyst // Bangladesh J. Zool. – 2018. – V. 46. – Iss. 2. – P. 197–204. Doi: 10.3329/bjz.v46i.39053.

10. Gomez, Gil-RS B., Abreu-Grobois, F.A., Romero-Jarero, J., Herrera-Vega, M. Chemical Disinfection of Artemia Nauplii // Journal of the World Aquaculture Society. – 2007. – V. 25. – Iss. 4. – P. 579–583. Doi: 10.1111/j.1749-7345.1994.tb00829.x.

Информация об авторах

А. А. Минакова – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии Института химии и химико-фармацевтических технологий Алтайского государственного университета.

Н. Г. Базарнова – доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой органической химии Института химии и химико-фармацевтических технологий Алтайского государственного университета.

Д. В. Минаков – кандидат биологических наук, доцент кафедры органической химии Института химии и химико-фармацевтических технологий Алтайского государственного университета; доцент кафедры биотехнологии Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «АлтГТУ им. И.И. Ползунова».

И. В. Микушина – кандидат химических наук, и.о. директора Института химии и химико-фармацевтических технологий Алтайского государственного университета.

А. Е. Дубровина – студент 4-го курса Института химии и химико-фармацевтических технологий Алтайского государственного университета.

REFERENCES

1. Maslennikov, P.V., Chupakhina, G.N. & Skrypnik, L.N. (2013). The content of anthocyanin and carotenoid pigments in medicinal plants. *Vestnik MGOU*. No. 1. P. 1-14. Doi: 10.18384/2224-0209-2013-1-793. (In Russ.).

2. Pechinsky, S.V. & Kuregyan, A.G. (2013). Structure and biological functions of carotenoids. *Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. No. 9. P. 4-15. (In Russ.).

3. Kuregyan, A.G. & Pechinsky, S.V. (2013). A method for obtaining carotenoids from plant materials. *Modern medicine topical issues: Proceedings of the XXI International in absentia scientific-pract. conf.* Novosibirsk. P. 94-99. (In Russ.).

4. Seabra, L.M.J. & Pedrosa, L. (2010). Astaxanthin: structural and functional aspects. *Rev. Nutr.* 23 (6). P. 1041-1050.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.

POLZUNOVSKIY VESTNIK № 4, T.1 2022

5. Samoilova, M.V. (2015). Influence of astaxanthin as the strongest antioxidant on the human body. *Chemical-pharmaceutical journal "Pulse"*. 17 (1). P. 102-107. (In Russ.).

6. Samovich, T.V., Goncharik, R.G., Pechenkina, E.I., Viazau, Ya.V. & Kozel, N.V. (2020). Astaxanthin accumulation in Haematococcus pluvialis cells induced by nitrogen deficiency and high light intensity. *Journal of the Belarusian State University. Biology*. No. 3. P. 37-45. Doi:10.33581/2521-1722-2020-3-37-45.

7. Savchik, A.V. & Novik, G.I. (2020). Carotenoid-synthesizing yeast fungi and their application in biotechnology (literature review). *Food industry: science and technology*. 13(3). P. 70-83. (In Russ.).

8. Kuregyan, A.G., Pechinsky, S.V. (2015). Isolation of astaxanthin from shrimp shells. *Eurasian Union of Scientists (Pharmaceutical Sciences)*. 7(16). P. 98-100. (In Russ.).

9. Hasan, Md.K. & Rabbane, Md.G. (2018). Effects of temperature and salinity on the decapsulation of Artemia cyst. *Bangladesh J Zool*. 46(2). P. 197-204. Doi: 10.3329/bjz.v46i.39053.

10. Gomez, Gil-RS, B. Abreu-Grobois, F.A. Romero-Jarero, J. & Herrera-Vega, M. (2007). Chemical Disinfection of Artemia Nauplii. *Journal of the World Aquaculture Society*. 25(4). P. 579-583. Doi: 10.1111/j.1749-7345.1994.tb00829.x.

Information about the authors

A. A. Minakova - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Organic Chemistry of the Institute of Chemistry and Chemical and Pharmaceutical Technologies of the Altai State University.

N. G. Bazarnova - Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department of Organic Chemistry of the Institute of Chemistry and Chemical and Pharmaceutical Technologies of the Altai State University.

D. V. Minakov - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Organic Chemistry of the Institute of Chemistry and Chemical and Pharmaceutical Technologies of the Altai State University; Associate Professor of the Department of Biotechnology of the Biysk Technological Institute (branch FSBEI HE "Altai State Technical University named after I.I. Polzunov").

I. V. Mikushina - Candidate of Chemical Sciences, Acting Director of the Institute of Chemistry and Chemical and Pharmaceutical Technologies of Altai State University.

A. E. Dubrovina - 4th-year student of the Institute of Chemistry and Chemical and Pharmaceutical Technologies of the Altai State University.



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК 637.03

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.023



ВЫДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕПТИДОВ МОЛОЗИВА КОРОВ

Сергей Леонидович Тихонов¹, Наталья Валерьевна Тихонова²,
Ирина Георгиевна Данилова³, Анна Сергеевна Ожгихина⁴,
Мария Сергеевна Тихонова⁵, Анжелика Денисовна Поповских⁶

^{1, 2, 6} Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

³ Институт иммунологии и физиологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

⁴ Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия,

⁵ Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

¹ tihonov75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4863-9834>

² tihonov75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5841-1791>

³ ig-danilova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6841-1197>

⁴ annatebenkova92@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8031-9614>

⁵ tihonov75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4229-2174>

⁶ a.d.popovskih@usue.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3209-2205>

Аннотация. Несмотря на большие успехи, достигнутые в создании пищевой продукции для профилактики алиментарнозависимых заболеваний, некоторые проблемы сохранения здоровья человека остаются без ответа. Развитие онкологических заболеваний, бактериальных и вирусных инфекций со множественной лекарственной устойчивостью по-прежнему представляет собой угрозу мирового значения. Альтернативой известным лекарственным препаратам и микронутриентам представляются природные биологически активные пептиды, обладающие широким спектром антимикробной, противоопухолевой, и иммуностимулирующей активностями. Цель исследований – выделение, характеристика и оценка перспектив использования пептидов трипсинового и пепсинового гидролизата молозива коров в производстве пищевой продукции специализированного назначения и лекарственных препаратов. Белковые фракции ферментативного гидролизата молозива коров исследовали на масс-спектрометре МАЛДИ-ТОФ, расшифровку проводили с помощью базы данных Mascot, опция Peptide Fingerprint («Matrix Science», США) с использованием базы данных Protein NCB1. В трипсиновом гидролизате молозива коров выделено 7 пептидов, в пепсиновом гидролизате – 9 пептидов. Выделенные пептиды характеризуются различной аминокислотной последовательностью, молекулярной массой и скором, различаются по физиологическим функциям в организме человека. Пептид «Dualspecificityproteinphosphatase» способен активизировать иммунный ответ, «NCI_CGAP_Brn23 Клонк ДНК Homo sapiens» обеспечивает нормальное развитие центральной нервной системы, пептид «ВАМА» способен встраиваться во внешнюю мембрану бактерий, что позволяет его использовать как переносчик грузов в клетки организма для поддержания жизнедеятельности или борьбы с вирусными инфекциями, для подавления опухолевых клеток. Пептид «Nuclearreceptor 2C2-associatedprotein» препятствует возникновению рака. Функции других выделенных пептидов не изучены, что предполагает проведение исследований по оценке их биологической активности. Полученные данные позволяют предположить, что пептиды с доказанной фармакологической активностью после проведения дополнительных доклинических и клинических исследований можно использовать при разработке продуктов питания функциональной направленности и терапевтических средств широкого спектра действия.

Ключевые слова: пептиды, молозиво коров, ферменты, трипсин, пепсин, гидролизат, биологическая активность, пищевая продукция специализированного назначения, терапевтические средства.

Для цитирования: Выделение, характеристика и перспективы использования пептидов молозива коров / С. Л. Тихонов [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 4. Т. 1 С. 174–186. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.023. EDN: <https://elibrary.ru/AKJRCZ>.

Original article

SELECTION, CHARACTERISTICS AND PROSPECTS OF USING PEPTIDE OF COLOSTRUM OF COWS

Sergey L. Tikhonov¹, Natalya V. Tikhonova², Irina G. Danilova³,
Anna S. Ozhgihina⁴, Mariya S. Tikhonova⁵, Anzhelika D. Popovskih⁶

^{1, 2, 6} Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

³ Institute of Immunology and Physiology, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia,

⁴ South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia,

⁵ Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia

¹ tikhonov75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4863-9834>

² tikhonov75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5841-1791>

³ ig-danilova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6841-1197>

⁴ annatebenkova92@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8031-9614>

⁵ tikhonov75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4229-2174>

⁶ a.d.popovskih@usue.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3209-2205>

Abstract. Despite the great successes achieved in the creation of food products for the prevention of alimentary-dependent diseases, some problems of preserving human health remain unanswered. The development of oncological diseases, bacterial and viral infections with multidrug resistance is still a threat of global importance. Natural biologically active peptides with a wide range of antimicrobial, antitumor, and immunostimulating activities are presented as an alternative to known medicinal preparations and micronutrients. The purpose of the research is to isolate, characterize and evaluate the prospects for the use of peptides of trypsin and pepsin hydrolysate of cow milk in the production of specialized food products and medicinal preparations. Protein fractions of enzymatic hydrolysate of cow colostrum were studied on a MALDI-TOPH mass spectrometer, decryption was carried out using the Mascot database, the Peptide Fingerprint option (Matrix Science, USA) using the Protein NCBI database. 7 peptides were isolated in trypsin hydrolysate of cow colostrum, 9 peptides were isolated in pepsin hydrolysate. The isolated peptides are characterized by different amino acid sequence, molecular weight, etc., and differ in physiological functions in the human body. The peptide "Dual specificity protein phosphatase" is able to activate the immune response, "NCI_CGAP_Brn23 Clone of Homo sapiens cDNA" ensures the normal development of the central nervous system, the peptide "BAMA" is able to integrate into the outer membrane of bacteria, which allows it to be used as a cargo carrier into the cells of the body to maintain vital activity or fight viral infections, to suppress tumor cells. The peptide "Nuclear receptor 2C2-associated protein" prevents the occurrence of cancer. The functions of other isolated peptides have not been studied, which suggests conducting studies to assess their biological activity. The data obtained suggest that peptides with proven pharmacological activity after additional preclinical and clinical studies can be used in the development of functional foods and therapeutic agents of a wide spectrum of action.

Keywords: peptides, cow colostrum, enzymes, trypsin, pepsin, hydrolysate, biological activity, specialized food products, therapeutic agents.

Acknowledgements: the author expresses gratitude to his / her colleagues for their help, thanks for the financial support of the research.

For citation: Tikhonov, S.L., Tikhonova, N.V., Danilova, I.G., Ozhgihina, A.S., Tikhonova, M.S. & Popovskih, A.D. (2022). Selection, characteristics and prospects of using peptide of colostrum of cows. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 174-186. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.023. EDN: <https://elibrary.ru/AKJRCZ>.

ВВЕДЕНИЕ

За последние несколько десятилетий возрос научный интерес к биологически активным пептидам пищевого происхождения в качестве альтернативы фармакологическим методам лечения заболеваний. Развитие бактерий с множественной лекарственной устойчивостью, тревожный рост грибковых инфекций, возникновение / рецидивы вирусных заболеваний, увеличение регистрируемых онкологических заболеваний по-прежнему представляют собой угрозу во всем мире. С момента обнаружения природных пептидов, способных широко поражать несколько патогенов, воздействовать на опухолевые клетки и обладать другими видами биологической активности, терапевтические средства и продукты питания с использованием пептидов оказались в поле зрения исследователей [1].

Биоактивные пептиды, выделенные из пищевых белков, признаны ценными ингредиентами функциональных продуктов питания и / или нутрицевтиков для укрепления здоровья и снижения риска хронических заболеваний [2].

Пептиды открывают многообещающие перспективы в качестве средства борьбы с распространением и повторным возникновением вирусной инфекции [3].

Недавние исследования продолжают демонстрировать потенциал использования продовольственного сырья с содержанием белковых фракций для получения биоактивных пептидов, применимых для разработки функциональных продуктов питания. Многие исследования направлены на выявление антигипертензивных, антигликемических и противовоспалительных пептидов, полученных из гидролизатов белка [4].

Особый интерес представляют мембраноактивные пептиды. Эти пептиды проявляют свою биологическую активность, взаимодействуя с клеточной мембраной, либо разрушая ее и приводя к лизису клеток, либо перемещаясь через нее, доставляя грузы в клетку и достигая своей цели. Мембраноактивные пептиды являются альтернативой используемым в настоящее время фармацевтическим препаратам и специализированным пищевым продуктам. Количество антимикробных пептидов (AMP) и пептидов, предназначенных для доставки микронутриентов, лекарств и генов в рецептуре фармакологических препаратов, увеличивается [5].

Перспективным источником пептидов является молозиво коров – сложная биологи-

ческая жидкость, содержащая антимикробные пептиды, иммунорегулирующие соединения и факторы роста. Основные функции молозива заключаются в обеспечении необходимыми питательными компонентами, укреплении естественной защитной системы, модуляции иммунного ответа, балансировании кишечной микробиоты и усилении роста и регенерации тканей. Несколько исследований и клинических испытаний, проведенных как *invitro*, так и *invivo* на людях и животных, свидетельствуют о клинической пользе добавок из молозива коров при желудочно-кишечных заболеваниях. Молозиво безопасно, поскольку не имеет противопоказаний в виде превышения дозировки [6].

Для эффективности выделения пептидов сырьё предварительно подвергают протеолизу с использованием пепсина, трипсина и других ферментов [7, 8].

Цель исследований – выделение, характеристика и оценка перспектив использования пептидов трипсинового и пепсинового гидролизата молозива коров в производстве пищевой продукции специализированного назначения и лекарственных препаратов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований:

- трипсиновый и пепсиновый гидролизаты молозива коров;
- осадок и надосадочная жидкость гидролизатов молозива коров, полученные центрифугированием гидролизатов при 3900 об/мин в течение 10 минут;
- осадок надосадочной жидкости.

Неорганические примеси удаляли из белкового осадка гидролизата молозива коров методом хроматографией с AmberlitXAD2, элюэнт: буфер А: 10 mMCH₃COONa_{pH}=6, 10 mMCH₃COONa_{pH}=4, 10 mMКCl/НСl_{pH}=1,5 с градиентом соли буфер А+0,2 %, 0,4 %, 1 % NaCl.

Фракции, надосадочные жидкости, осадок надосадочной жидкости каждого образца были разделены методом препаративной хроматографии на силикагеле, элюэнт PBS и EtOH в изократическом соотношении 9:1 соответственно. Все белковые фракции исследовали на масс-спектрометре МАЛДИ-ТОФ, расшифровку проводили с помощью базы данных Mascot, опция Peptide Fingerprint («Matrix Science», США) с использованием базы данных Protein NCBI.

ВЫДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕПТИДОВ МОЛОЗИВА КОРОВ

Расчет велся по формуле:

$$Score = \frac{50000}{M_{prot} \times \ln n_i}, \quad (1)$$

где M_{prot} – молекулярная масса для каждого совпавшего белка;

n – произведение, которое рассчитывается из Mowse-матрицы весов M для каждого совпадения экспериментальных данных и масс пептидов, рассчитанных из записей в геномной базе данных Protein NCBI.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Аминокислотные последовательности, молекулярная масса, идентификация выделенных пептидов представлены в таблице 1. В трипсиновом гидролизате молозива коров выделено 7 пептидов, из них 1 – в белковом осадке надосадочной жидкости, 3 – в осадке гидролизата и 3 – в надосадочной жидкости. В пепсиновом гидролизате выделено 9 пептидов, из них 2 в белковом осадке надосадочной жидкости, 2 – в осадке гидролизата и 5 – в надосадочной жидкости.

Таблица 1 – Аминокислотные последовательности, молекулярная масса и идентификация выделенных пептидов

Table 1 - Amino acid sequences, molecular weight and identification of isolated peptides

| Образец | Аминокислотная последовательность | Подобный белок | Score (Оптимальный Score = 80) |
|---|---|---|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Надосадочная жидкость пепсинового гидролизата молозива коров | | | |
| RR1 | LR EGIK NK (8) | Подобный пептид не найден, так как уровень покрытия с известными пептидами низкий | 76 |
| RR2 | ANR K LRANK SR (11) | То же | 72 |
| RR3 | MANR K LR ARSR (11) | То же | 79 |
| RR4 | MR K AKCCIR (9) | Dual specificity protein phosphatase, <i>Bos taurus</i> | 80 |
| RR5 | YK TV TW VCLN DFF PK KDSL DY VL K (24) | Подобный пептид не найден, так как уровень покрытия с известными пептидами низкий | 78 |
| Надосадочная жидкость трипсинового гидролизата молозива коров | | | |
| TT1 | EGKSPRQ CLK SR G RK GY (17) | «NCI_CGAP_Brn23 Клонк ДНК <i> homo sapiens</i> », похож на TR: O35085 O35085 ARX HOMEOPROTEIN | 89 |
| TT2 | PK CD YKRRS GP ALR TAK (17) | Подобный пептид не найден, так как уровень покрытия с известными пептидами низкий | 68 |
| TT3 | LARKTSK IK (9) | То же | 76 |
| Осадок трипсинового гидролизата молозива коров | | | |
| T1.1 | SQ KKKN CP NGTRIRVPGP GP (20) | POSSUM_01-POSSUM-C-EMBRYO-2KB, <i>Trichosurus Vulpecula</i> | 90 |
| T1.2 | STKRHR M HAC SWR GP LKALSNPRAE FRR (28) | BAMA, <i>Bostaurus</i> | 91 |
| T(1) | IK GS K EKLRGL KSKSF VR LFG_DLL QMGL (28) | DG9-ovary <i>Canisfamiliaris</i> | 96 |
| R(1) | P AFA AS SS I KA (11) | Nuclear receptor 2C2-associated protein, <i>Bos taurus</i> | 90 |

Продолжение таблицы 1

Continuation of Table 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--|-----|
| Осадок пепсинового гидролизата молозива коров | | | |
| R(2) | IRHGRCVS C S R (11) | 14 kDaphosphohistidine phosphatase, Pongo abelii | 102 |
| Белковый осадок надосадочной жидкости пепсинового гидролизата молозива | | | |
| mpR1 | EK LA KNK LAR GLK RK (15) | AW655195.1 105840 MARC 1BOV, Bos taurus cDNA 5' | 87 |
| mpR2 | LRQLSVVV AY_KGKDVG LN D C EE ADRHK SS HRD EVS SFR RNSYS I Y EN H GP SAK C ARE VGR (60) | EV861652 protein, susscrofa | 98 |
| Белковый осадок надосадочной жидкости трипсинового гидролизата молозива | | | |
| mpT | M H N NE TN S AS NT V NHTV TPF K IS SH KHIRTR TK KNEGKA GT ILS TALT R (49) | CO950255 protein, susscrofa | 89 |
| Надосадочная жидкость пепсинового гидролизата молозива коров | | | |
| RR1 | LR EGIK NK (8) | Подобный пептид не найден, так как уровень покрытия с известными пептидами низкий | 76 |
| RR2 | ANR K LRANK SR (11) | То же | 72 |
| RR3 | MANR K LR ARSR (11) | То же | 79 |
| RR4 | MR K AKCCIR (9) | Dual specificity protein phosphatase, Bos taurus | 80 |
| RR5 | YK TV TW VCLN DFF PK KDLSL DY VL K (24) | Подобный пептид не найден, так как уровень покрытия с известными пептидами низкий | 78 |
| Надосадочная жидкость трипсинового гидролизата молозива коров | | | |
| TT1 | EGKSPRQ CLK SR G RK GY (17) | «NCI_CGAP_Brn23 Клонк ДНК Homo sapiens», похож на TR: O35085 O35085 ARX HOMEOPROTEIN | 89 |
| TT2 | PK CD YKRRS GP ALR TAK (17) | Подобный пептид не найден, так как уровень покрытия с известными пептидами низкий | 68 |
| TT3 | LARKTSK IK (9) | То же | 76 |
| Осадок трипсинового гидролизата молозива коров | | | |
| T1.1 | SQKKKNCPNGTRIRVPGPGP (20) | POSSUM_01-POSSUM-C-EMBRYO-2KB, Trichosurus Vulpecula | 90 |
| T1.2 | STKRHR M HAC SWR GP LKALS- NPRAE FRR (28) | BAMA, Bostaurus | 91 |
| T(1) | IKGSKEKLRGLK- SKSFVRLFG_DLLQMGL (28) | DG9-ovary Canisfamiliaris | 96 |
| Осадок пепсинового гидролизата молозива коров | | | |
| R(1) | P AFA AS SS I KA (11) | Nuclear receptor 2C2-associated protein, Bos taurus | 90 |
| R(2) | IRHGRCVS C S R (11) | 14 kDaphosphohistidine phosphatase, Pongo abelii | 102 |
| Белковый осадок надосадочной жидкости пепсинового гидролизата молозива | | | |
| mpR1 | EK LA KNK LAR GLK RK (15) | AW655195.1 105840 MARC 1BOV, Bos taurus cDNA 5' | 87 |
| mpR2 | LRQLSVVVAY_KGKDVGLNDCEEA DRHKSSHRDEVSSFRN- SYSIYENHGPSAKCAREVGR (60) | EV861652 protein, sus scrofa | 98 |

**ВЫДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПЕПТИДОВ МОЛОЗИВА КОРОВ**

Продолжение таблицы 1

Continuation of Table 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|------------------------------|----|
| Белковый осадок надосадочной жидкости трипсинового гидролизата молозива | | | |
| mpT | M H N NE TN S AS NT V NHTV TPF K IS SH KHIRTR TK KNEGKA GT ILS TALT R (49) | CO950255 protein, sus scrofa | 89 |

Следовательно, на получение пептидов методом ферментативного гидролиза влияют условия гидролиза, в частности, фермент и его оптимум активности, что согласуется с результатами исследований [9].

Из пяти пептидов RR1-RR5, выделенных из надосадочной жидкости пепсинового гидролизата молозива коров, функции четырех пептидов (RR1, RR2, RR3 и RR5) не исследованы. Пептиды RR1 и RR4 состоят из 8 и 9 аминокислот соответственно и относятся к коротким, RR2, RR3 и RR5 – к полипептидам. Наибольшую молекулярную массу (35 кДа)

имеет пептид RR4 и характеризуется оптимальным скором – 80, что свидетельствует о высокой достоверности идентификации. По данным [10], RR4 участвует в активации MAP-киназ (MAPK), регулирующих иммунные ответы на воспалительные стимулы, стресс и повреждения тканей. Передача сигналов MAPK также обеспечивает врожденный иммунный ответ на ассоциированные с патогенами молекулярные паттерны (PAMP). В таблице 2 представлены молекулярная масса, биологические свойства и функции выделенных пептидов.

Таблица 2 – Молекулярная масса, свойства и функции выделенных пептидов

Table 2 - Molecular weight, properties and functions of isolated peptides

| Образец | Молекулярная масса, кДа | Биологические свойства и функции пептидов (литературные данные и база данных Protein NCBI) |
|---|-------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Надосадочная жидкость пепсинового гидролизата молозива коров | | |
| RR1 | 9,0 | Функции не изучены |
| RR2 | 8,2 | То же |
| RR3 | 18,0 | То же |
| RR4 | 35,0 | Участвует в инактивации MAP-киназ. Дефосфорилирует ERK, JNK и p38 MAP-киназы (по сходству) Митоген-активируемые протеинкиназы (MAPK) играют важную роль в регуляции иммунных ответов на воспалительные стимулы, стресс и повреждения тканей у млекопитающих. Передача сигналов MAPK также играет важную роль во врожденном иммунном ответе на ассоциированные с патогенами молекулярные паттерны (PAMP) у рыб |
| RR5 | 15,0 | Функции не изучены |
| Надосадочная жидкость трипсинового гидролизата молозива коров | | |
| ТТ1 | 8,4 | Агх, вероятно, играет важную роль во время эмбрионального развития ЦНС |
| ТТ2 | 6,5 | Функции не изучены |
| ТТ3 | 13,0 | То же |
| Осадок трипсинового гидролизата молозива коров | | |
| Т1.1 | 16 | Функции не изучены |
| Т1.2 | 22 | Подобен белкам, которые способствуют сворачиванию и вставке белков наружной мембраны β-ствола (OMP) |
| Т(1) | 15 | Функции не изучены |
| Осадок пепсинового гидролизата молозива коров | | |

Продолжение таблицы 2

Continuation of Table 2

| 1 | 2 | 3 |
|---|------|--|
| R(1) | 1,7 | Подобен белкам, которые способны подавлять опосредованную NR2C2 трансактивацию путем связывания между NR2C2/TR4 |
| R(2) | 7 | Биологическая функция остается неясной |
| Белковый осадок надосадочной жидкости пепсинового гидролизата молозива | | |
| mpR1 | 22 | Функции неизвестны |
| mpR2 | 23 | То же |
| Белковый осадок надосадочной жидкости трипсинового гидролизата молозива | | |
| mpT | 18 | Функции неизвестны |
| Надосадочная жидкость пепсинового гидролизата молозива коров | | |
| RR1 | 9,0 | Функции не изучены |
| RR2 | 8,2 | То же |
| RR3 | 18,0 | То же |
| RR4 | 35,0 | Участвует в инактивации MAP-киназ. Дефосфорилирует ERK, JNK и p38 MAP-киназы (по сходству) Митоген-активируемые протеинкиназы (МАРК) играют важную роль в регуляции иммунных ответов на воспалительные стимулы, стресс и повреждения тканей у млекопитающих. Передача сигналов МАРК также играет важную роль во врожденном иммунном ответе на ассоциированные с патогенами молекулярные паттерны (PAMP) у рыб |
| RR5 | 15,0 | Функции не изучены |
| Надосадочная жидкость трипсинового гидролизата молозива коров | | |
| TT1 | 8,4 | Агх, вероятно, играет важную роль во время эмбрионального развития ЦНС |
| TT2 | 6,5 | Функции не изучены |
| TT3 | 13,0 | То же |
| Осадок трипсинового гидролизата молозива коров | | |
| T1.1 | 16 | Функции не изучены |
| T1.2 | 22 | Подобен белкам, которые способствуют сворачиванию и вставке белков наружной мембраны β -ствола (OMP) |
| T(1) | 15 | Функции не изучены |
| Осадок пепсинового гидролизата молозива коров | | |
| R(1) | 1,7 | Подобен белкам, которые способны подавлять опосредованную NR2C2 трансактивацию путем связывания между NR2C2/TR4 |
| R(2) | 7 | биологическая функция остается неясной |
| Белковый осадок надосадочной жидкости пепсинового гидролизата молозива | | |
| mpR1 | 22 | Функции неизвестны |
| mpR2 | 23 | То же |
| Белковый осадок надосадочной жидкости трипсинового гидролизата молозива | | |
| mpT | 18 | Функции неизвестны |

По данным [11], активация MAP-киназ и каскадов фосфорилирования являются ключевыми для инициации активации иммунных клеток в ответ на распознавание антигена и ощущение микробной опасности. Исследования на нокаутированных мышах подтвердили важные функции нескольких фосфатаз DUSP (фосфатазы двойной специфичности, рисунок 1) – MAP-киназ (DUSP-МКР) в контроле воспалительных и антимикробных иммунных реакций, что подтверждает концепцию, согласно которой отдельные DUSP-МКР фор-

мируют и определяют исход врожденных иммунных реакций из-за контекстно-зависимой экспрессии и селективного ингибирования различных митоген-активированных протеинкиназ (МАРК). Следовательно, изучение влияния выделенного пептида RR4 на иммунный ответ представляет определенный интерес.

Из рисунка 1 следует, что 10 членов классических фосфатаз DUSP-МАРК содержат МАРК-связывающий мотив взаимодействия с киназой (КИМ), обеспечивающий селективное связывание с ERK1/2, p38 или

ВЫДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕПТИДОВ МОЛОЗИВА КОРОВ

JNK1/2. После связывания с MAPK каталитический домен DUSP (DCD) дефосфорилирует мотив TXY в петле активации (правая панель).

Атипичные DUSP не имеют KIM и могут иметь более разнообразные субстраты, включая фосфорилированную РНК (DUSP11).

Регулируемая экспрессия между типами клеток и после стимуляции, различная компартиментализация DUSP и избирательность в связывании с членами семейства MAPK придают специфичность действию DUSP в передаче сигналов.

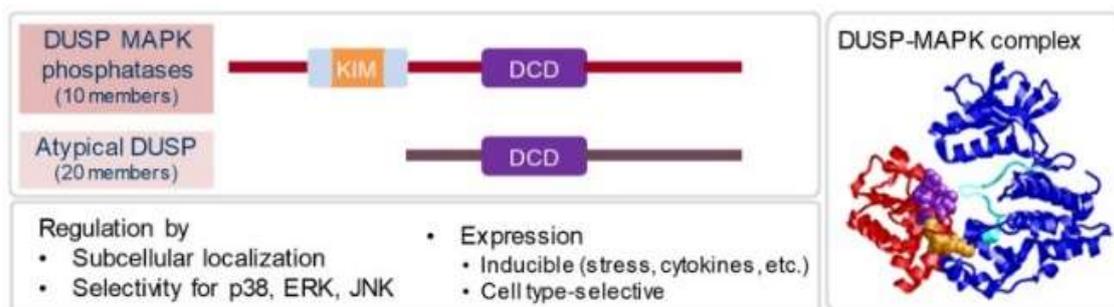


Рисунок 1 – Фосфатазы двойной специфичности: доменная структура, способ действия и уровни регуляции [11]

Figure 1 - Phosphatases of dual specificity: domain structure, mode of action and levels of regulation

В надосадочной жидкости трипсинового гидролизата молозива коров выделено три пептида TT1, TT2 и TT3. TT1 и TT2 состоят из 17 аминокислот и относятся к полипептидам, TT3 состоит из 9 аминокислот и представляет короткий пептид. Все выделенные пептиды надосадочной жидкости трипсинового гидролизата молозива коров имеют различную молекулярную массу. Наибольшую молекулярную массу имеет короткий пептид TT3, которая составляет 13 кДа. Аналоги пептидов и пептиды TT3 и TT2 не идентифицируются в известных протеомных базах данных, и функции указанных пептидов не установлены. Пептид TT1 идентифицируются как пептид «NCI_CGAP_Brn23 Клонк ДНК Homo sapiens» и сходен с пептидом TR: O35085 O35085 ARXHOMEOPROTEIN.

На основании ресурсов основных данных ELIXIR, имеющих фундаментальное значение для более широкого сообщества в области естественных наук и долгосрочного сохранения биологических данных, белок O35085 Arx является фактором транскрипции, необходимый для нормального развития мозга и важен для поддержания определенных подтипов нейронов в коре головного мозга, наведения аксонов в пластине пола (по сходству). Рекомензуемое название Гомеобокс протеин ARXENSMUSG00000035277 экспрессируется в ростральном миграционном потоке.

Согласно данным [12], пептид TT1 идентифицируется как NCI_CGAP_Brn23 или Arx белок. На ранних стадиях развития Arx экс-

прессируется в значительной доле нейронов в коре головного мозга, полосатом теле, ганглионарных возвышенностях, а также в спинном мозге. У взрослого человека экспрессия Arx все еще присутствует и ограничена областями, такими, как миндалины и обонятельные луковицы, которые, как известно, содержат ГАМКергические нейроны. Возможная роль Arx в этом типе нейронов дополнительно подтверждается экспрессией Arx в подмножестве ГАМКергических интернейронов в молодых и зрелых первичных культурах кортикальных нейрональных клетках, а также *in vivo*.

С недостатком и мутацией Arx из-за неправильной локализации или дисфункции ГАМКергических нейронов белка связано возникновение судорог у подавляющего большинства пациентов. Следует отметить, что различные протестированные мутации Arx не изменяли морфологию клеток. Более того, не наблюдалось аномальной гибели клеток или агрегации белка, что позволяет предположить, что задействованы более тонкие патогенные механизмы.

В результате исследований [13], установлено, что X-сцепленный ген, кодирующий гомеобокс, связанный с *aristaless* (Arx), является бифункциональным фактором транскрипции, способным активировать или подавлять транскрипцию генов, мутации которых были обнаружены при широком спектре нарушений развития нервной системы (NDDs), к ним относятся пороки развития коры головного мозга, детская эпилепсия, ум-

ственная отсталость (ID) и аутизм. Следовательно, выделенный нами пептид из надосадочной жидкости ферментативного гидролизата молозива коров обладает важными свойствами, обеспечивающими нормальное функционирование нервной системы.

В осадке трипсинового гидролизата молозива коров выделено три полипептида Т1.1 (идентифицирован как «POSSUM_01-POSSUM-C-EMBRYO-2KB, *Trichosurus Vulpecula*», Т1.2 (BAMA, *Bostaurus*) и Т (1) (DG9-ovary *Canisfamiliaris*) с молекулярными массами 16, 22 и 15 кДа соответственно. Пептиды Т1.2 и Т(1) состоят из 28 аминокислот, пептид Т1.1 состоит из 20 аминокислот.

Функции пептидов «POSSUM_01-POSSUM-C-EMBRYO-2KB, *Trichosurus Vulpecula*» и «DG9-ovary *Canisfamiliaris*» еще не исследованы. Пептид «BAMA, *Bostaurus*» по данным [14], подобен белкам, способным встраиваться во внешнюю мембрану β-ствола (ОМР) грамотрицательных бактерий. Этот процесс опосредуется мультибелковым комплексом BAM, состоящим из незаменимого β-барреля OMPBamA и четырех липопротеинов (BamBCDE). Периплазматический домен BamA является ключевым для его функции и содержит пять повторов, связанных с полипептидным транспортом (POTRA).

Согласно данным, представленным в работе [15], грамотрицательные бактерии обладают трехслойной оболочкой, состоящей из внутренней мембраны, окруженной слоем пептидогликана (PG), который имеет внешнюю мембрану, обеспечивающую бактериям защиту от различных агрессивных сред, что является эффективным барьером против антибиотиков. Слои оболочки соединены друг с другом посредством множества белковых взаимодействий. Бактерии имеют сложные механизмы, которые поддерживают целостность и функциональность каждого слоя. Например, механизм сборки β-цилиндров (BAM) отвечает за внедрение интегральных белков внешней мембраны, включая белок механизма транспорта липополисахаридов LptD.

Прогнозируемые функциональные партнеры белкового соединения O35085 Arg, по

данным [15], представлены в таблице 3. На рисунке 2 представлен механизм сборки баррелей (BAM) иммунофлуоресценции на клетках *E. Coli*.

На основании механизма сборки баррелей (BAM) на клетках *E. Coli*, представленным в работе [15], можно предположить, что пептид «BAMA, *Bostaurus*» относится к мембраноактивным или противовирусным. Автор [16] утверждает, что такие пептиды ингибируют проникновение множества неродственных вирусов в клетки. Противовирусные пептиды широкого спектра действия обладают межфазной активностью; они в некоторой степени гидрофобны и амфипатичны, со склонностью взаимодействовать с межфазными зонами липидных бислоевых мембран.

Из анализа литературных данных по противовирусной активности пептида «BAMA, *Bostaurus*» следует, что указанный пептид можно использовать в составе продуктов питания специализированного назначения, в частности, для профилактики вирусных и бактериальных инфекций, но после подтверждения эффективности в доклинических и клинических исследованиях.

В осадке пепсинового гидролизата молозива коров выделено два известных полипептида «Nuclearreceptor 2C2-associatedprotein, *Bostaurus*» и «14 kDaphosphohistidinephosphatase, *Pongoabelii*», состоящих из 11 аминокислот с молекулярной массой 1,7 и 7 кДа соответственно. Согласно данным, представленным в работах [17, 18], пептид «Nuclearreceptor 2C2associatedprotein, *Bostaurus*» подобен белкам, которые способны подавлять опосредованную NR2C2 трансактивацию путем связывания между NR2C2/TR4, что препятствует возникновению рака. Авторы [17] на основании гипотезы существования единой схемы экспрессии и регуляции генов для разных типов рака и собственных исследований установили, что среди некодирующих генов длинные некодирующие РНК (lncRNAs) становятся ключевыми регуляторами генов, играющими важную роль в возникновении рака.

ВЫДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПЕПТИДОВ МОЛОЗИВА КОРОВ

Таблица 3 – Прогнозируемые функциональные партнеры белкового соединения O35085 Arg

Table 3 - Predicted functional partners of a protein compound O35085 Arg [15]

| Белок | Характеристика |
|---------|---|
| Tlx2 | Белок 2 гомеобокса при Т-клеточном лейкозе; Активатор транскрипции, который связывает элементы ДНК с консенсусной последовательностью 5'-CGGTAATTGG-3'. Связывает ДНК через свой гомеобокс. Требуется для нормальной гибели клеток кишечных нейронов в желудочно-кишечном тракте. Требуется для нормального развития кишечной нервной системы и для правильного развития нормальной моторики желудочно-кишечного тракта |
| Tlx3 | Белок 3 гомеобокса при Т-клеточном лейкозе; Т-клеточный лейкоз, гомеобокс 3 |
| Lmo1 | Домен Lim только 1; Ромботин-1; Может быть вовлечен в регуляцию генов в клетках нервной линии, потенциально путем прямого связывания с ДНК или путем связывания с другими факторами транскрипции |
| Sh2d1a | Белок 1A, содержащий домен SH2; Цитоплазматический адаптер, регулирующий рецепторы семейства сигнальных молекул активации лимфоцитов (SLAM), таких как SLAMF1, CD244, LY9, CD84, SLAMF6 и SLAMF7. Передача сигналов в SLAM, по-видимому, взаимодействует с SH2D1B / EAT-2. Первоначально было высказано предположение, что ассоциация с SLAMF1 предотвращает связывание SLAMF1 с ингибирующими эффекторами, включая INPP5D/ SHIP1 и PTPN11/SHP-2. Однако при одновременном взаимодействии рекрутирует FYN, который впоследствии фосфорилирует и активирует SLAMF1 (по сходству). Положительно регулирует CD244 / 2B4- и CD84-опосредованный естественный киллер (NK) [15] |
| Tlx1 | Белок гомеобокса Т-клеточного лейкоза 1; Контролирует генез селезенки. Связывается с последовательностью ДНК 5'-GGCGGTAAGTGG-3' |
| Neurog3 | Нейрогенин-3; Действует как регулятор транскрипции, вместе с NKX2- 2 инициирует активацию транскрипции NEUROD1. Участвует в нейрогенезе. Нужен для определения общего предшественника 4 типов эндокринных клеток поджелудочной железы |
| Gcg | Глюкагон; Глицентин может модулировать секрецию желудочной кислоты и желудочно-пилоро-дуоденальную активность |
| Pcdh19 | Протокадерин дельта 2; Протокадерин-19; Потенциальный кальцийзависимый белок клеточной адгезии |
| Ppy | Панкреатический полипептид. Прогормон поджелудочной железы. Гормон поджелудочной железы синтезируется в панкреатических островках Лангерганса и действует как регулятор функций поджелудочной железы и желудочно-кишечного тракта |
| Ipo13 | Импортин-13; Функционирует при импорте ядерного белка в качестве рецептора ядерного транспорта. Служит рецептором для сигналов ядерной локализации (NLS) в грузовых субстратах. Считается, что он опосредует стыковку комплекса импортин/субстрат с ядерно-поровым комплексом (NPC) посредством связывания с нуклеопорином, и комплекс впоследствии перемещается через пору с помощью энергозатратного механизма, зависящего от Ran. На нуклеоплазматической стороне NPC Ran связывается с импортин, комплекс импортин / субстрат диссоциирует, и импортин реэкспортируется из ядра в цитоплазму, где происходит гидролиз GTP [15] |

Используя данные TCGARNAseq, авторы [17] проанализировали кодирующую (мРНК) и некодирующую (lncRNA) экспрессию генов в 15 и 9 распространенных типах рака соответственно. Было изучено 70 значительно дифференцированно экспрессируемых генов, общих для всех 15 типов рака. Коррелируя с уровнями экспрессии белка из Атласа белков человека, было установлено 34 положительно коррелированных набора генов, которые обогащены экспрессией генов, транскрипцией из РНК Pol-II, регуляцией тран-

скрипции и биологических процессов митотического клеточного цикла. Доказано, что «Nuclearreceptor 2C2associatedprotein, Bostaurus» участвует в одних и тех же биологических процессах при регуляции транскрипции РНК Pol-II и предупреждает развитие рака.

Биологическая функция пептида «14 kDaphosphohistidinephosphatase, Pongabelii» остается неясной. Белковый осадок надосадочной жидкости пепсинового гидролизата молозива содержит два полипептида mpR1 и mpR2, которые идентифицированы

как пептиды «AW655195.1 105840 MARC 1BOV, BostauruscDNA 5'» и «EV861652 protein, susscrofa», состоящие из 15 и 60 аминокислот. Функции пептидов не исследованы. В белковом осадке надосадочной жидкости трипсинового гидролизата молозива выделен полипептид «CO950255 protein, susscrofa», состоящий из 49 аминокислот и имеющий молекулярную массу 18 кДа, функции которого также не изучены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выделение биологически активных пептидов из животного сырья и введение в состав специализированной пищевой продукции, а также создание на их основе фармакологических препаратов может стать альтернативой применению антибиотиков и других лекарств. Установлено, что на количественный и качественный состав пептидов ферментативного гидролизата молозива коров влияет используемый протеолитический фермент. Так, в трипсиновом гидролизате молозива коров выделено 7 пептидов, в пепсиновом гидролизате – 9 пептидов.

Полученные пептиды отличаются количеством аминокислот, молекулярной массой и скором. Из 16 пептидов, выделенных из ферментативного гидролизата молозива коров, 9 пептидов идентифицированы, из них только у 4 исследованы и доказаны некоторые биологические функции. Пептид, названный нами RR4 и идентифицированный как «Dualspecificityproteinphosphatase, Bostaurus», состоит из 9 аминокислот MRKAKCCIR и заслуживает особого внимания, так как может активизировать иммунный ответ. Выделенный пептид «NCI_CGAP_Brn23 Клон к ДНК Homo sapiens» сходен с пептидом «TR: O35085 O35085 ARXHOMEOPROTEIN», который необходим для нормального развития и функционирования центральной нервной системы.

Интересен пептид «BAMA, Bostaurus» способный встраиваться во внешнюю мембрану β -ствола (OMP) бактерий, что позволяет его использовать как переносчик грузов (лекарств, биологически активных веществ) в клетки организма для поддержания жизнедеятельности или борьбы с вирусными инфекциями, а возможно, для гибели опухолевых клеток. Выделенный пептид «Nuclearreceptor 2C2-associatedprotein, Bostaurus» препятствует возникновению рака. Мы предполагаем, что молекулярные и биологические характеристики выделенных пептидов могут быть использованы для разработки, оптимизации

или молекулярной эволюции новых продуктов специализированного назначения, а также противовирусных, антибактериальных и противораковых терапевтических средств широкого спектра действия. Необходимо учитывать, что препятствиями при применении пептидов являются два фактора: наличие или отсутствие корреляции между структурой пептида и его действием и демонстрация его стабильности *in vivo*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vanzolini, T. [et al]. Multitalented synthetic antimicrobial peptides and their antibacterial, antifungal and antiviral mechanisms // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2022. – V. 23. – № 1. – <https://doi.org/10.3390/ijms23010545>.
2. Amigo, L., Hernández-Ledesma, B. Current evidence on the bioavailability of food bioactive peptides // *Molecules*. – 2020. – V. 25. – № 19. – <https://doi.org/10.3390/molecules25194479>.
3. Al-Azzam, S. [et al]. Peptides to combat viral infectious diseases // *Peptides*. – 2020. – V. 134. – <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2020.170402>.
4. Hall, F., Reddivari, L., Liceaga, A.M. Identification and characterization of edible cricket peptides on hypertensive and glycemic *in vitro* inhibition and their anti-inflammatory activity on RAW 264.7 macrophage cells // *Nutrients*. – 2020. – V. 12. – № 11. – <https://doi.org/10.3390/nu12113588>.
5. Avci, F.G., Sariyar Akbulut, B., Ozkirimli, E. Membrane active peptides and their biophysical characterization // *Biomolecules*. – 2018. – V. 8. – № 3. – <https://doi.org/10.3390/biom8030077>.
6. Menchetti, L. [et al]. Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases // *Frontiers in Bioscience-Scholar*. – 2016. – V. 8. – № 2. – <https://doi.org/10.2741/s467>.
7. Tripoteau, L. [et al]. *In vitro* antiviral activities of enzymatic hydrolysates extracted from byproducts of the Atlantic holothurian *Cucumaria frondosa* // *Process Biochemistry*. – 2015. – V. 50. – № 5. – <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.02.012>.
8. Salampeyy, J. [et al]. Functional and potential therapeutic ACE-inhibitory peptides derived from bromelain hydrolysis of trevally proteins // *Journal of functional foods*. – 2015. – V. 14. – <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.037>.
9. Alvarez, J.C. Hair analysis does not allow to discriminate between acute and chronic administrations of a drug in young children // *International journal of legal medicine*. – 2017. – № 132 (1). – <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1720-5>.
10. Li, S. [et al]. Comparative analysis of dual specificity protein phosphatase genes 1, 2 and 5 in response to immune challenges in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* // *Fish & Shellfish Immunology*. – 2017. – V. 68. – <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.07.042>.
11. Lang, R., Raffi, F.A.M. Dual-specificity phosphatases in immunity and infection: an update // *International journal of molecular sciences*. – 2019. – V. 20. – № 11. – <https://doi.org/10.3390/ijms20112710>.

12. Poirier, K. [et al]. Neuroanatomical distribution of ARX in brain and its localisation in GABAergic neurons // *Molecular brain research*. – 2004. – V. 122. – № 1. – <https://doi.org/10.1016/j.molbrainres.2003.11.021>.
13. Poeta, L. [et al]. Further Delineation of Duplications of ARX Locus Detected in Male Patients with Varying Degrees of Intellectual Disability // *International journal of molecular sciences*. – 2022. – V. 23. – № 6. – <https://doi.org/10.3390/ijms23063084>.
14. Gatzeva-Topalova, P.Z. [et al]. Structure and flexibility of the complete periplasmic domain of BamA: the protein insertion machine of the outer membrane // *Structure*. – 2010. – T. 18. – № 11. – <https://doi.org/10.1016/j.str.2010.08.012>.
15. Consoli, E., Collet, J.F., den Blaauwen, T. The Escherichia coli Outer Membrane β -Barrel Assembly Machinery (BAM) Anchors the Peptidoglycan Layer by Spanning It with All Subunits // *International journal of molecular sciences*. – 2021. – T. 22. – № 4. – <https://doi.org/10.3390/ijms22041853>.
16. Hoffmann, A.R. [et al]. Broad-spectrum antiviral entry inhibition by interfacially active peptides // *Journal of Virology*. – 2020. – T. 94. – № 23. – <https://doi.org/10.1128/JVI.01682-20>.
17. Saleemhasha, A., Mishra, S. Long non-coding RNAs as pan-cancer master gene regulators of associated protein-coding genes: a systems biology approach // *PeerJ*. – 2019. – V. 7. – <https://doi.org/10.7717/peerj.6388>.
18. Yang, Y. [et al]. Identification of a novel testicular orphan receptor-4 (TR4)-associated protein as repressor for the selective suppression of TR4-mediated transactivation // *Journal of Biological Chemistry*. – 2003. – V. 278. – № 9. – <https://doi.org/10.1074/jbc.M207116200>.

Информация об авторах

С. Л. Тихонов – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Пищевой инженерии» Уральского государственного экономического университета.

Н. В. Тихонова – доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевой инженерии» Уральского государственного экономического университета.

И. Г. Данилова – доктор биологических наук, доцент, заведующий лабораторией морфологии и биохимии Института иммунологии и физиологии Уральского отделения Российской академии наук.

А. С. Ожгихина – аспирант Южно-Уральского государственного аграрного университета.

М. С. Тихонова – студент Уральского государственного медицинского университета.

А. Д. Поповских – студент Уральского государственного экономического университета.

REFERENCES

1. Vanzolini, T. [et al]. (2022). Multitalented synthetic antimicrobial peptides and their antibacterial, antifungal and antiviral mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(1). <https://doi.org/10.3390/ijms23010545>.
2. Amigo, L. & Hernández-Ledesma, B. (2020). Current evidence on the bioavailability of food bioactive peptides. *Molecules*, 25(19). <https://doi.org/10.3390/molecules25194479>.
3. Al-Azzam, S. [et al]. (2020). Peptides to combat viral infectious diseases. *Peptides*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2020.170402>.
4. Hall, F., Reddivari, L. & Liceaga, A.M. (2020). Identification and characterization of edible cricket peptides on hypertensive and glycemic in vitro inhibition and their anti-inflammatory activity on RAW 264.7 macrophage cells. *Nutrients*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/nu12113588>.
5. Avci, F.G., Sariyar Akbulut, B. & Ozkirimli, E. (2018). Membrane active peptides and their biophysical characterization. *Biomolecules*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/biom8030077>.
6. Menchetti, L. [et al]. (2016). Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases. *Frontiers in Bioscience-Scholar*, 8(2). <https://doi.org/10.2741/s467>.
7. Tripoteau, L. [et al]. (2015). In vitro antiviral activities of enzymatic hydrolysates extracted from byproducts of the Atlantic holothurian *Cucumaria frondosa*. *Process Biochemistry*, 50(5). <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.02.012>.
8. Salampessy, J. [et al]. (2015). Functional and potential therapeutic ACE-inhibitory peptides derived from bromelain hydrolysis of trevally proteins. *Journal of functional foods*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.02.037>.
9. Alvarez, J.C. (2017). Hair analysis does not allow to discriminate between acute and chronic administrations of a drug in young children. *International journal of legal medicine*. 132(1). <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1720-5>.
10. Li, S. [et al]. (2017). Comparative analysis of dual specificity protein phosphatase genes 1, 2 and 5 in response to immune challenges in Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish & Shellfish Immunology*. 68. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.07.042>.
11. Lang, R. & Raffi, F.A.M. (2019). Dual-specificity phosphatases in immunity and infection: an update. *International journal of molecular sciences*. 20(11). <https://doi.org/10.3390/ijms20112710>.
12. Poirier, K. [et al]. (2004). Neuroanatomical distribution of ARX in brain and its localisation in GABAergic neurons. *Molecular brain research*, 122(1). <https://doi.org/10.1016/j.molbrainres.2003.11.021>.
13. Poeta, L. [et al]. (2022). Further Delineation of Duplications of ARX Locus Detected in Male Patients with Varying Degrees of Intellectual Disability. *International journal of molecular sciences*, 23(6). <https://doi.org/10.3390/ijms23063084>.
14. Gatzeva-Topalova, P.Z. [et al]. (2010). Structure and flexibility of the complete periplasmic domain of BamA: the protein insertion machine of the outer membrane. *Structure*, 18(11). <https://doi.org/10.1016/j.str.2010.08.012>.

15. Consoli, E., Collet, J.F. & den Blaauwen, T. (2021). The Escherichia coli Outer Membrane β -Barrel Assembly Machinery (BAM) Anchors the Peptidoglycan Layer by Spanning It with All Subunits. *International journal of molecular sciences*. 22(4). <https://doi.10.3390/ijms22041853>.

16. Hoffmann, A.R. [et al]. (2020). Broad-spectrum antiviral entry inhibition by interfacially active peptides. *Journal of Virology*, 94(23). <https://doi.10.1128/JVI.01682-20>.

17. Saleembhasha, A. & Mishra, S. 2019. Long non-coding RNAs as pan-cancer master gene regulators of associated protein-coding genes: a systems biology approach. *Peer J.*, 7. <https://doi.10.7717/peerj.6388>.

18. Yang, Y. [et al]. (2003). Identification of a novel testicular orphan receptor-4 (TR4)-associated protein as repressor for the selective suppression of TR4-mediated transactivation. *Journal of Biological Chemistry*, 278(9). <https://doi.10.1074/jbc.M207116200>.

Information about the authors

S. L. Tikhonov - Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of «Food Engineering» of the Ural State University of Economics.

N. V. Tikhonova - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Food Engineering» of the Ural State University of Economics.

I. G. Danilova - Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Morphology and Biochemistry of the Institute of Immunology and Physiology of the Russian Academy of Sciences.

A. S. Ozghihina - Postgraduate student of the South Ural State Agrarian University.

M. S. Tikhonova - student of the Ural State Medical University.

A. D. Popovskih - student of the Ural State University of Economics.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК 664.785.8

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.024

 EDN: CKNPSR

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО В ТЕХНОЛОГИИ СМУЗИ

Анна Владимировна Снегирева¹, Лариса Егоровна Мелёшкина²,

^{1,2} Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

¹ sne.anna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2461-1848>

² meleshkina_le@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0812-3630>

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования пророщенного зерна овса голозерного в технологии смузи. В качестве вкусовых компонентов выбраны плоды облепихи свежемороженой и тыквенный сок. Актуальность темы подтверждена многочисленными научными исследованиями о необходимости потребления продуктов, являющихся источниками пищевых волокон, в частности, бета-глюкана, содержащегося в зерновых культурах. Указано, что в процессе проращивания содержание бета-глюкана возрастает. Рассмотрены проблемы питания современного населения и на основании изучения литературных данных показана польза внесения пророщенного овса голозерного в рецептуру смузи. Исследованы изменения, происходящие в овсе голозерном в результате проращивания (изменение длины ростка, кислотности и влажности). Подобраны режимы подготовки пророщенного зерна для внесения в напиток на основании изучения влияния длительности измельчения на размер частиц. Проведена оценка влияния дозировки пророщенного овса на стабильность консистенции напитка путем определения длительности оседания частиц. Подобрана дозировка плодов облепихи в смузи, при которой формируются наилучшие органолептические показатели. На основании расчетов установлено, что массовая доля пищевых волокон в порции разработанного напитка составила 8,2 г, что на 41 % удовлетворяет суточную потребность в данном веществе.

Ключевые слова: смузи, овес голозерный, пророщенное зерно овса, облепиха, сок тыквенный, пищевые волокна.

Благодарности: Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (мнемокод 0611-2020-013; номер темы FZMM-2020-0013, ГЗ № 075-00316-20-01).

Для цитирования: Снегирева А. В., Мелёшкина Л. Е. Использование пророщенного зерна овса голозерного в технологии смузи // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1 С. 187–193. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.024. EDN: <https://elibrary.ru/CKNPSR>.

USE OF SPROUTED GRAIN OF NAKED OATS IN SMOOTHIE TECHNOLOGY

Anna V. Snegereva ¹, Larisa E. Meleshkina ²

^{1,2} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

¹ sne.anna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2461-1848>

² meleshkina_le@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0812-3630>

Abstract. The article considers the possibility of using sprouted grain of naked oats in the smoothie technology. Fresh-frozen sea buckthorn fruits and pumpkin juice were selected as flavor components. The relevance of the topic is confirmed by numerous scientific studies on the need to consume products that are sources of dietary fiber, and in particular beta-glucan contained in cereals. It is indicated that the beta-glucan content increases during the germination process. The problems of nutrition of the modern population are considered and, based on the study of literary data, the benefits of introducing sprouted naked oats into the smoothie recipe are shown. The changes occurring in naked oats as a result of germination (changes in the length of the sprout, acidity and moisture) have been studied. The modes of preparation of sprouted grain for introduction into the drink are selected on the basis of studying the effect of the grinding duration on the particle size. The influence of the dosage of sprouted oats on the stability of the consistency of the drink was evaluated by determining the duration of particle settling. The dosage of sea buckthorn fruits in smoothies has been selected, at which the best organoleptic indicators are formed. Based on calculations, it was established that the mass fraction of dietary fiber in a portion of the developed drink was 8.2 g, which satisfies the daily need for this substance by 41 %.

Keywords: smoothies, naked oats, sprouted oat grain, sea buckthorn, pumpkin juice, dietary fiber.

Acknowledgments: The work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (mnemocode 0611-2020-013; topic number FZMM-2020-0013, GDZ No. 075-00316-20-01).

For citation: Snegireva, A. B. & Meleshkina, L. E. Use of sprouted grain of naked oats in smoothie technology. *Polzunovskiy vestnik*, 4 (1), 187-193. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.024. EDN: <https://elibrary.ru/CKNPSR>.

По данным Всемирной организации здравоохранения, за последние 50 лет распространенность ожирения во всем мире возросла более чем в 3 раза, достигнув масштаба пандемии. В 2016 г. более 1,9 млрд взрослых старше 18 лет имели избыточную массу тела, из них свыше 650 млн страдали ожирением [1]. Причиной такой ситуации, как известно, служит неправильное питание и малоподвижный образ жизни. Зачастую при избыточном весе в крови обнаруживают повышенный уровень холестерина и сахара.

Одним из методов борьбы с данным недугом является употребление продуктов с высоким содержанием пищевых волокон. Проведенные исследования подтверждают, что у пациентов с высоким уровнем холестерина в крови количество насыщенных жирных кислот уменьшается до 7 % энергетической ценности рациона, холестерина – до 200 мг/сут при обогащении рациона растворимыми пищевыми волокнами (овощи, бобовые, фрукты, ягоды,

овсяные отруби, пектин, бета-глюкан) [2]. В связи с чем в последнее время всю большую популярность приобретают смузи, которые наряду с высоким содержанием витаминов и минеральных веществ, богаты еще и пищевыми волокнами.

В литературных источниках представлен довольно широкий ассортимент смузи. Так, разработаны смузи на плодоовощной основе со шпинатом и ананасом, киви и бананом, апельсином и бананом [3]; смузи на основе молока с морковью и тыквой [4]; черничный смузи с клюквой и медом [5]; консервированные смузи из моркови и облепихи, яблок и свеклы, свеклы и черной смородины, яблок и малины [6, 7, 8]; на основе белков молочной сыворотки, жмыха кедрового и брусники [9]; пророщенного зерна пшеницы и молочной сыворотки [10]; пророщенной пшеницы и полбы [11]; смузи из ферментированного пюре тыквы и облепихи [12]; из черники и малины с семенами чиа и спирулиной [13].

Таким образом, ассортимент смузи расширяется с каждым годом, что указывает на актуальность данной темы. Все чаще стали использовать пророщенные зерна, однако из зерновых применяют только пшеницу и полбу. Вместе с тем, перспективным сырьем в этом отношении является овес голозерный, служащий источником β-глюкана. Кроме того, известно, что в процессе проращивания происходят изменения в углеводном комплексе овса, которые приводят к синтезированию β-глюкана [14].

Цель исследования

Разработка технологии смузи с использованием пророщенного зерна овса голозерного.

Задачи исследования

- определить рациональную продолжительность проращивания на основании исследования длины ростка, влажности и кислотности овса голозерного;
- подобрать режимы измельчения пророщенного овса для внесения в напиток;
- подобрать дозировку пророщенного овса в напиток для достижения наилучшей консистенции;
- исследовать влияние добавления тыквенного сока и сока облепихи на органолептические показатели смузи и разработать рецептуру.

Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования были реализованы на базе Центра комплексных исследований и экспертной оценки пищевой продукции «АлтайБиоЛакт» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

В качестве сырья было выбрано зерно овса голозерного, соответствующее требованиям ТУ 9719-011-89751414-10. Для придания нужной консистенции и вкуса использовали такое алтайское сырье, как плоды облепихи быстрозамороженные, соответствующие ГОСТ 33823-2016, и сок тыквенный по ГОСТ 32100-2013.

Зерно освобождали от посторонних примесей, тщательно промывали, замачивали в питьевой воде и подвергали проращиванию при температуре (20±5) °С в соответствии с ГОСТ 10968-8. Каждый день в зерне контролировали длину ростка путем произвольного отбора 100 зерен и вычисления среднего размера, кислотность – по ГОСТ 10844-74, влажность – по ГОСТ 13586.5-15.

Размер частиц измельченного овса

определяли с помощью измерительной лупы путем подсчета количества частиц на 1 см² и вычисления среднего значения в наибольшем линейном измерении.

Для оценки стабильности консистенции оценивали время оседания частиц измельченного пророщенного овса. При этом напиток переливали в стеклянный цилиндр и фиксировали время, за которое частицы полностью осядут. Частицы, коснувшиеся стенок цилиндра, не учитывали.

Органолептическую оценку смузи производили с помощью разработанной балльной шкалы независимыми экспертами. Оценке подвергались: вкус, цвет, запах и консистенция.

Результаты и их обсуждение

Для определения рациональной продолжительности проращивания исследовали изменение длины ростка в течение пяти суток. Полученные данные отражены на рисунке 1.

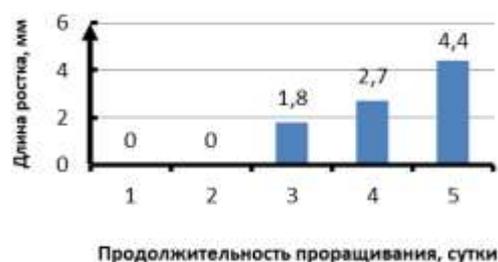


Рисунок 1 – Влияние продолжительности проращивания на длину ростка

Figure 1 - The effect of the duration of germination on the length of the sprout

Как видно из графика, на начальном этапе активного роста не происходит, и первые ростки появляются лишь на третьи сутки проращивания. Далее активизировался процесс прорастания, и на пятые сутки средняя длина ростка составила 4,4 мм.

Как известно, к употреблению в пищу рекомендуются зерна, имеющие длину ростка не более 2 мм, поскольку при дальнейшем росте идет потеря питательных веществ в самой зерновке. Таким образом, росток нужной длины формируется на третьи сутки проращивания.

В процессе замачивания зерно активно впитывает влагу, что увеличивает доступ питательных веществ к ростку. Исходное зерно имело влажность 11,5 %. Изменение влажности овса голозерного в течение пяти суток проращивания отражено на рисунке 2.

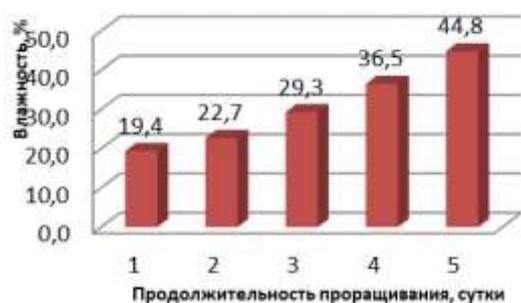


Рисунок 2 – Влияние продолжительности проращивания на влажность овса голозерного

Figure 2 - The effect of germination duration on the moisture content of naked oats

Из графика видно, что за первые двое суток идет постепенное накопление влаги, тогда как на третьи сутки наблюдается скачок, и влажность увеличивается более активно, этот процесс сказывается и на проращивании зерновки.

Во время проращивания происходит комплекс биохимических реакций с гидролизом сложных веществ до более простых и одновременным накоплением кислых продуктов. В связи с чем параллельно с другими показателями отслеживали изменение кислотности в проращиваемом зерне овса в течение пяти суток (рисунок 3).

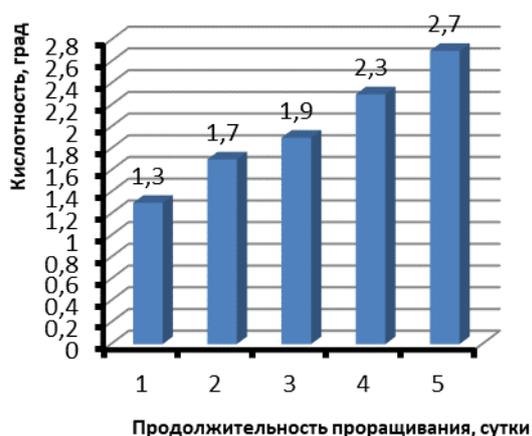


Рисунок 3 – Влияние продолжительности проращивания на изменение кислотности овса голозерного

Figure 3 - The effect of germination duration on the change in the acidity of naked oats

Из графика видно, что с увеличением продолжительности проращивания происходит динамичный рост кислотности, что может

быть обусловлено накоплением свободных жирных кислот, гидролизом белка до аминокислот и образованием аскорбиновой кислоты в прорастающих семенах.

Вместе с тем, кислотность даже в результате проращивания в течение пяти суток не превышает 6 градусов, норм кислотности, предусмотренных для овса по ГОСТ 28673-2019.

Таким образом, в результате комплексного анализа полученных результатов для дальнейших исследований был выбран овес голозерный, пророщенный в течение трех суток.

Для внесения зерна в состав напитка необходимо его измельчение. В связи с чем следующим этапом было исследование изменения размера частиц овса в зависимости от продолжительности измельчения с помощью блендера мощностью 700 Вт. В процессе измельчения каждые 15 секунд отбирали навеску для анализа и с помощью измерительной лупы определяли размер частиц в наибольшем линейном измерении. Средние значения вынесены на график, отраженный на рисунке 4.

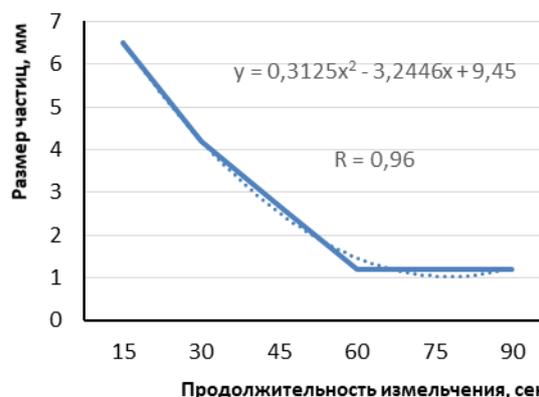


Рисунок 4 – Влияние продолжительности измельчения на размер частиц пророщенного овса голозерного

Figure 4 - The effect of the grinding time on the particle size of sprouted naked oats

Как видно из графика, измельчение в течение 1 минуты приводило к постепенному уменьшению размера частиц, тогда как после 60 секунд процесс стабилизировался. Таким образом, для внесения пророщенного зерна в состав напитка необходимо проводить его измельчение не менее 60 секунд.

Смузи – это густой напиток, в котором равномерно должны быть распределены взвешенные частицы. Частицы не должны оседать хотя бы на время подачи напитка в сети общественного питания. Для установле-

ния дозировки пророщенного овса в напитке, при которой будет максимально долгая стабильность консистенции, была исследована скорость оседания частиц измельченного овса в тыквенном соке. При этом в качестве контроля был взят смузи из розничной торговой сети. Полученные данные отражены на рисунке 5.

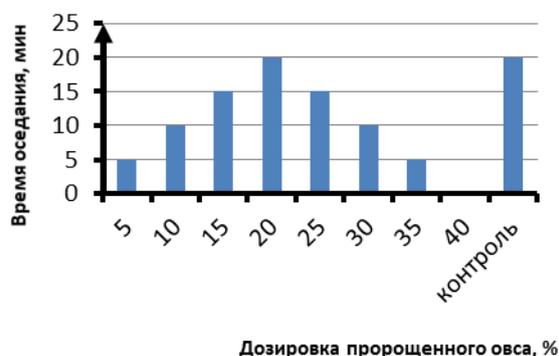


Рисунок 5 – Влияние дозировки пророщенного овса на время оседания частиц

Figure 5 - Effect of the dosage of sprouted oats on the settling time of particles

Из рисунка видно, что с увеличением дозировки овса до 20 % увеличивается длительность оседания частиц, однако при дальнейшем увеличении массы овса в напитке частицы начинают объединяться и быстрее выпадать в осадок. При этом в контроле после перемешивания частицы полностью осели за 20 минут. Такое же время оседания имел напиток с дозировкой пророщенного овса 20 %. При органолептическом анализе было обнаружено, что с такой дозировкой напиток имеет и хорошую консистенцию.

Для улучшения органолептических характеристик смузи в рецептуру были добавлены протертые ягоды облепихи. Влияние дозировки плодов облепихи на вкус, цвет, запах и консистенцию смузи отражено на рисунке 6. При этом масса ягоды указана на 200 мл напитка.

Как видно из графика (рис. 6), при внесении протертой облепихи в количестве до 10 г практически не изменяет цвет и консистенцию напитка. Дальнейшее увеличение дозировки до 25 г приводит к улучшению всех органолептических показателей, появлению ярко выраженного вкуса и запаха облепихи, который гармонично сочетается с тыквенным соком. Консистенция и цвет напитка также улучшаются. Внесение 30 г ягоды приводит к появлению излишне кислого привкуса и запаха.

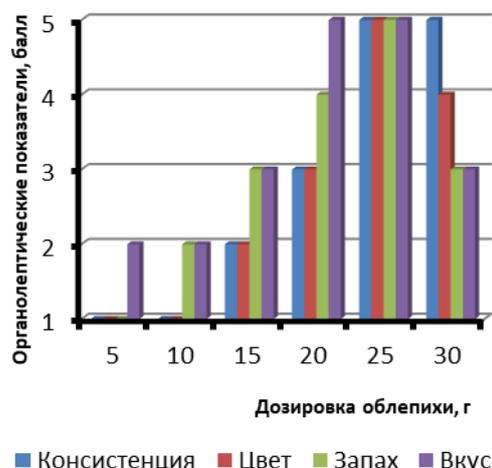


Рисунок 6 – Влияние дозировки облепихи на органолептические показатели напитка

Figure 6 - The effect of the dosage of the mixture on the organoleptic parameters of the drink

По результатам исследований была разработана рецептура, отраженная в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура смузи с пророщенным зерном овса голозерного

Table 1 - Recipe of smoothies with sprouted grain of naked oats

| Наименование сырья | Расход сырья на 200 г напитка, г |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Овес голозерный для проращивания | 25,0 |
| Масса пророщенного зерна овса | 35,0 |
| Сок тыквенный | 150,0 |
| Плоды облепихи свежемороженые | 30,0 |
| Масса протертой облепихи | 25,0 |
| Выход: | 200,0 |

Таким образом, согласно разработанной рецептуре и технологии, зерно овса голозерного промывают, замачивают и подвергают проращиванию в течение трех суток. Пророщенное зерно снова промывают и измельчают в блендере мощностью 700 Вт в течение 60 секунд. Смешивают с протертыми ягодами облепихи и тыквенным соком.

Согласно расчетным данным, содержание пищевых волокон в порции напитка составляет 8,2 г, что на 41 % удовлетворяет суточную потребность в данном веществе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. WHO. Obesity and Overweight, 2020. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight>.

2. Шарафетдинов, Х.Х. Ожирение как глобальный вызов XXI века: лечебное питание, профилактика и терапия / Х.Х. Шарафетдинов, О.А. Плотникова // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89. – № 4. – С. 161–171. – DOI 10.24411/0042-8833-2020-10050. – EDN MRVXEJ.

3. Пруссакова, А.Т. Исследование физико-химических и органолептических показателей смузи на основе яблок / А.Т. Пруссакова, Н.Б. Еремеева // Актуальные вопросы перспективных научных исследований : сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции, Смоленск, 24 июня 2019 года. – Смоленск : МНИЦ «Наукофера», 2019. – С. 50–53. – EDN MXZVDB.

4. Славиковская, Ю.А. Разработка рецептов смузи на основе молока с использованием местного растительного сырья / Ю.А. Славиковская // МНСК-2018: Школьная секция: естественные науки (химия, биология) : материалы 56-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 22 апреля 2018 года. – Новосибирск : Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2018. – С. 24–25. – EDN YSRPRB.

5. Беспалова, В.В. Разработка оптимальной рецептуры приготовления черничного смузи с добавлением клюквы и мёда / В.В. Беспалова, Е.Д. Плыгун // Приоритетные направления развития науки и технологий : XXIII Международная научно-техническая конференция, Тула, 18 апреля 2018 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула Изд-во "Инновационные технологии", 2018. – С. 122–125. – EDN UPLRSH.

6. Технология производства смузи для здорового питания / Е.И. Попова, К.В. Брыксина, В.Ю. Утешев [и др.] // Технологии и продукты здорового питания : сборник статей XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 17–18 декабря 2020 года / Под общей редакцией Н.В. Неповинных, О.М. Поповой, Е.В. Фатьянова. – Саратов : Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2021. – С. 568–571. – EDN UFUSMY.

7. Консервированные смузи из отечественных овощей и фруктов для здорового и функционального питания / В.Ф. Винницкая, Е.И. Попова, А.С. Мантрова [и др.] // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 44. – EDN OWQFWQ.

8. Немчинова, А.И. Выбор рецептурных компонентов для ягодно-овощного смузи / А.И. Немчинова, С.В. Котенко, Г.С. Гусакова // Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 15–17 апреля 2020 года. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020. – С. 156–162. – EDN EQGQUG.

9. Держапольская, Ю.И. Перспективы комплексного использования сырья при производстве смузи на основе белков молочной сыворотки / Ю.И. Держапольская, В.О. Пигалов, В.С. Шустов // Новости науки в АПК. – 2018. – № 2–1(11). – С. 63–66. – DOI 10.25930/7819-gr88. – EDN LKDUVW.

10. Хайруллина, Р.Р. Применение пророщенного зерна пшеницы и молочной сыворотки в рецептуре

смузи / Р.Р. Хайруллина, Е.В. Бадамшина // Пища. Экология. Качество : сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции. В двух томах, Барнаул, 24–26 июня 2019 года / Отв. за выпуск: О.К. Мотовилов, О.А. Высоцкая, К.Н. Нициевская, Л.П. Хлебцова. – Барнаул : Алтайский государственный университет, 2019. – С. 328–331. – EDN RDBUWB.

11. Самбуров, А.М. Использование пророщенного зерна в технологии производства смузи / А.М. Самбуров, Е.В. Крюкова // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сборник статей II Международной научно-практической конференции в рамках международного научно-практического форума, посвященного Дню хлеба и соли, Саратов, 24–25 марта 2021 года / Под общей редакцией О.М. Поповой, Н.В. Неповинных, В.А. Буховец. – Саратов : ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 536–540. – EDN LNPHP.

12. Патент № 2734509 С1 Российская Федерация, МПК А23L 2/02. Состав для производства смузи тыквенно-облепихового : № 2019138488 : заявл. 27.11.2019 : опубл. 19.10.2020 / Е.Д. Рожнов, М.Н. Школьникова, А.О. Казарских ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова" (АлтГТУ). – EDN AAGJTY.

13. Брага, В.С. Разработка рецептуры ягодного смузи, обогащенного спирулиной и семенами чиа / В.С. Брага // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности : Материалы всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, пос. Персиановский, 26–27 апреля 2018 года. – пос. Персиановский : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2018. – С. 25–28. – EDN YAGGHR.

14. Получение концентрата β-глюкана проращиванием овса / В.М. Гематдинова, А.В. Канарский, З.А. Канарская, И.В. Кручина-Богданов // Химия растительного сырья. – 2019. – № 2. – С. 231–237. – DOI 10.14258/jcprg.2019024251. – EDN SPHAFQ.

Информация об авторах

А. В. Снегирева – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

Л. Е. Мелёшкина – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

REFERENCES

1. WHO. Obesity and Overweight, (2020). Retrieved from <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight>.

2. Sharafetdinov, H.H. & Plotnikova, O.A. (2020). Obesity as a global challenge of the XXI century: therapeutic nutrition, prevention and therapy. *Nutrition issues*. 89(4). 161-171. DOI 10.24411/0042-8833-2020-10050. EDN MRVXEJ. (In Russ.).
3. Prussakova, A.T. & Ereemeeva, N.B. (2019). Investigation of physico-chemical and organoleptic properties of apple-based smoothies. *Topical issues of prospective scientific research : A collection of scientific papers based on the materials of the III International Scientific and Practical Conference, Smolensk, June 24, 2019*. Smolensk: MNITS "Naukosphere", 50-53. EDN MXZVDB.
4. Slavikovskaya, Yu.A. (2018). Development of milk-based smoothie recipes using local vegetable raw materials. *MNSK-2018: School section: Natural Sciences (chemistry, biology) : Materials of the 56th International Scientific Student Conference, Novosibirsk, April 22, 2018-Yes*. Novosibirsk: Novosibirsk National Research State University. 24-25. EDN YSRPRB. (In Russ.).
5. Bespalova, V.V. & Plygun E.D. (2018). Development of an optimal recipe for making blueberry smoothies with the addition of cranberries and honey. *Priority directions for the development of science and technology : XXIII International Scientific and Technical Conference, Tula, April 18, 2018*. Tula: Publishing House "Innovative Technologies", 122-125. EDN UPLRSH. (In Russ.).
6. Popova, E.I. Bryksina, K.V., Uteshev, V.Yu. [et al.] (2021). Technology of production of smoothies for healthy nutrition. Technologies and products of healthy nutrition: Collection of articles of the XII National Scientific and Practical Conference with international participation, Saratov, December 17-18, 2020. Under the general editorship of N.V. Nevinykh, O.M. Popova, E.V. Fatyanova. Saratov: Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, P. 568-571. EDN UFUSMY. (In Russ.).
7. Vinnitskaya, V.F., Popova, E.I., Mantrova, A.S. [et al.] (2019). Canned smoothies from natural vegetables and fruits for healthy and functional nutrition. *Science and Education*. 2(2). 44. EDN OWQFWQ. (In Russ.).
8. Nemchinova, A.I., Kotenko, S.V. & Gusakova, G.S. (2020). The choice of recipe components for berry and vegetable smoothies. Actual problems of chemistry, biotechnology and services : *Materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Irkutsk, April 15-17, 2020*. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University, 156-162. EDN EQGQUG. (In Russ.).
9. Derzhapolskaya, Yu.I., Pigalov, V.O. & Shustov V.S. (2018). Prospects of complex use of raw materials in the production of smoothies based on whey proteins. *News of science in agriculture*. 2-1(11). 63-66. DOI 10.25930/7819-gr88. EDN LKDUVW. (In Russ.).
10. Khairullina, R.R. & Badamshina, E.V. (2019). The use of sprouted wheat grain and dairy flour in the smoothie recipe / R.R. Khairullina. *Food. Ecology. Quality : Collection of materials of the XVI International Scientific and Practical Conference. In two volumes*, Barnaul, June 24-26, 2019. Rel. for the issue : O.K. Motovilov, O.A. Vysotskaya, K.N. Nitievskaya, L.P. Khlebova. Barnaul: Altai State University. 328-331. EDN RDBUWB. (In Russ.).
11. Samburov, A.M. & Kryukova E.V. (2021). The use of sprouted grain in the technology of smoothie production. *Food technologies of the future: innovations in the production and processing of agricultural products : A collection of articles of the II International scientific and practical Conference within the framework of the international scientific and practical forum dedicated to the Day of Bread and Soli, Saratov, March 24-25, 2021*. Under the general editorship of O.M. Popova, N.V. Nevinykh, V.A. Bukhovets. Saratov: LLC "Center for Social Agroinnovations of SSAU", 536-540. EDN LNPHPS. (In Russ.).
12. Rozhnov, E.D., Shkolnikova, M.N. & Kazarskikh, A.O., applicant Polzunov Altai State Technical University. (2020). Composition for the production of pumpkin-sea buckthorn smoothies. *Patent No. 2734509 C1 Russian Federation*, publ. 19.10.2020. EDN AA-GJTY. (In Russ.).
13. Braga, V.S. (2018). Development of a berry smoothie recipe enriched with spirulina and chia seeds. Use of modern technologies in agriculture and food industry : *Materials of the All-Russian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, village. Persianovsky, April 26-27, 2018*. pos. Persianovsky. 25-28. EDN YAGGHR. (In Russ.).
14. Gematdinova, V.M., Kanarsky, A.V., Kanarskaya, Z.A. & Kruchina-Bogdanov, I.V. (2019). Obtaining a concentrate of β -glucan by germination of oats. *Chemistry of vegetable raw materials*. 2. 231-237. DOI 10.14258/jcprm.2019024251. EDN SPHAFQ. (In Russ.).

Information about the authors

A. V. Snegireva - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Food Technology" of the Polzunov Altai State Technical University.

L. E. Meleshkina - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Food Technology" of the Polzunov Altai State Technical University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

| | | | |
|-------------------|----------|---------------------|----------|
| Абушанаб С. А. С. | 160 | Микушина И. В. | 167 |
| Авджян А. А. | 86 | Минаков Д. В. | 167 |
| Агальцева Н. С. | 24 | Минакова А. А. | 167 |
| Анисимова Л. В. | 33 | Михайлова О. Ю. | 100 |
| Ахтанин С. Н. | 39 | Мусина О. Н. | 121, 149 |
| Базарнова Н. Г. | 167 | Нагорных Е. М. | 121 |
| Бец Ю. А. | 160 | Натыров А.К. | 106 |
| Бигаева А. В. | 114, 140 | Наумова Н. Л. | 160 |
| Болаев Б.К. | 106 | Ожгихина А. С. | 174 |
| Бондаренко Н. И. | 149 | Оспанов А. Б. | 154 |
| Бочкарёва З. А. | 94 | Поповских А. Д. | 174 |
| Велямов Ш. М. | 154 | Пчелинцева О. Н. | 94 |
| Гаврилова Н. Б. | 126 | Руденко А. С. | 78 |
| Данилова И. Г. | 174 | Рядинская А. А. | 7 |
| Дубровина А. Е. | 167 | Санжаровская Н. С. | 16, 86 |
| Егорова Е. Ю. | 24, 48 | Скороспелова Е. В. | 100 |
| Есин С. Б. | 48 | Снегирева А. В. | 187 |
| Завалишина О. М. | 78 | Сокол Н. В. | 16 |
| Земеров А. Е. | 33 | Тихонов С. Л. | 174 |
| Илларионова Е. Е. | 114, 140 | Тихонова М. С. | 174 |
| Кандроков Р. Х. | 39 | Тихонова Н. В. | 174 |
| Кладов Е. А. | 48 | Туровская С. Н. | 114, 140 |
| Ковалева Е. Г. | 160 | Усатюк Д. А. | 121, 149 |
| Козубаева Л. А. | 57 | Федотова Г.В. | 106 |
| Кониева О.Н. | 106 | Храпко О. П. | 86 |
| Коцаев И. А. | 7 | Цыганок С. Н. | 24 |
| Кручинин А. Г. | 114, 140 | Чернопольская Н. Л. | 126 |
| Кузьмина С. С. | 24, 57 | Чуев С. А. | 7 |
| Лавриненко К. В. | 7 | Шелковская Н. К. | 78, 100 |
| Маар М. Э. | 39 | Щетинин М. П. | 126 |
| Мазукабзова Э. В. | 68 | Щетинина Е. М. | 126, 154 |
| Макарова В. Н. | 94 | Якушев С. В. | 33 |
| Макеева Р. К. | 154 | Яшкин А. И. | 133 |
| Мелёшкина Л. Е. | 187 | | |

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Статья объемом 5 страниц (по согласованию с редакцией, допускаются статьи объемом от 3 до 10 страниц), имеющая индекс УДК, аннотацию и ключевые слова на русском языке, перевод метаданных статьи на английский язык, сведения об авторах (учёной степени, звания и места работы, e-mail и идентификаторе ORCID).

Работы принимаются в текстовом редакторе Microsoft Word.

Во вкладке «Разметка страницы»: используется *размер бумаги формата А4, ориентация листа книжная*. Поля: *верхнее – 3,5 см; нижнее – 2,5 см; левое – 2,5 см; правое – 2,5 см; переплет – 0 см*; В диалоге «Колонки» – «Другие колонки» выбирается расположение текста в "две" колонки, устанавливается *ширина колонок – 7,65 см, промежуток между ними – 0,7 см*. В диалоге «Расстановка переносов» выбирается "авто".

Во вкладке «Вставка» выбирается «Верхний колонтитул» – «Пустой», далее появляется вкладка «Конструктор», включаются «Особый колонтитул для первой страницы» и «Разные колонтитулы для четных и нечетных страниц». Колонтитулы от края: *верхний – 2,0 см; нижний – 2,0 см*.

Структура статьи в обязательном порядке должна содержать:

- Тип статьи (научная статья, обзорная статья), научная специальность, индекс УДК и doi (размещение в левом верхнем углу документа, каждая запись на отдельной строке, без точек).

- Названия статей набираются прописными буквами (шрифт «Arial», размер шрифта текста – 14 пунктов, полужирный) по центру документа.

- Имена, отчества и фамилии авторов размещаются под названием статьи (шрифт «Arial», размер шрифта текста – 12 пунктов), над фамилией ставят надстрочную цифру, по порядку, ниже все надстрочные цифры расшифровываются (сведения о месте работы, город, страна, адрес электронной почты и идентификатор ORCID авторов).

- Аннотацию формируют по ГОСТ Р 7.0.99. Объем аннотации от 150 до 250 слов. Перед аннотацией приводят слово «Аннотация» («Abstract»). Шрифт «Arial», размер шрифта – 10 пунктов, курсив, красная строка – 0,8 см, интервал между строками «одинарный». Аннотация должна быть информативной (не содержать общих слов), оригинальной, отражать основное содержание статьи и результаты исследования (обоснование, предмет, цель работы, метод или методологию проведения работы, область применения результатов, выводы).

- Перед ключевыми словами приводят слово «Ключевые слова» («Keywords») Количество ключевых слов или словосочетаний от 10 до 15. (шрифт «Arial», размер шрифта – 10 пунктов, курсив, красная строка – 0,8 см, интервал между строками «одинарный»).

- После ключевых слов могут быть приведены слова благодарности организациям, учреждениям, руководителям, могут быть приведены сведения о проектах, научно-исследовательских работах, финансировании и т.п. Эти сведения приводят с предшествующим словом «Благодарности» («Acknowledgements») (шрифт «Arial», размер шрифта – 10 пунктов, курсив, красная строка – 0,8 см, интервал между строками «одинарный»).

- Далее отделяют чертой строку и ниже пишут «Для цитирования» («For citation»), после вставляют библиографическую запись на статью для дальнейшего цитирования (составляют по ГОСТ Р.7.0.5-2008). После записи отделить чертой данный текст.

- После записи всех метаданных статьи на русском языке необходимо привести все метаданные на английском языке (отчества сокращают до буквы в английском языке).

- Основной текст (для основной части текста используется шрифт «Arial», размер шрифта основного текста – 10 пунктов, красная строка (отступ) – 0,8 см, интервал между строками «одинарный»).

Структура основного текста статьи:

- 1) **Введение** – в этом разделе описывается существующая научная проблема и представляется краткий литературный обзор по состоянию обозначенной проблемы.

- 2) **Методы / методология / методика исследований** – приводится теория или методика экспериментального исследования, приводится обоснование выбора данного материала и методов исследования.

- 3) **Результаты и их обсуждение** – раздел содержит краткое описание полученных теоретических или экспериментальных результатов. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем

времени. В обсуждении рекомендуется объяснить значимость вашего исследования. Показать, какие знания были получены результате исследования, обозначить их перспективы и сравнить их с существующим положением в данной области, описанным в разделе «Введение». Данные должны быть систематизированы и иметь логическую связь с текстом.

4) **Выводы** – этот раздел рекомендуется начать с нескольких фраз, подводящих итог проделанной работе, а затем в виде списка представляются основные выводы.

5) **Список литературы** (шрифт «Arial», размер – 9 пунктов) – не менее 10 позиций, оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

- Сведения об авторах приводится после списка литературы, с предшествующими словами «Информация об авторах» - инициалы, фамилия — учёная степень, звание, место работы, телефон);

- После приводят список литературы на латинице (REFERENCES) согласно стилю APA (American Psychological Association - <https://apastyle.apa.org>. Нумерация записей в дополнительном перечне должна совпадать с нумерацией записей в основном перечне затекстовых библиографических ссылок.

- Ниже приводятся сведения об авторах на английском языке после слов «Information about the authors».

- В конце статьи авторы должны указать об отсутствии или наличии конфликта интересов. Для создания формул и таблиц используются встроенные возможности Microsoft Word. Рисунки цифрового формата (в электронном виде) создаются средствами Microsoft Word или другими программами и вставляются в нужное место документа, название таблиц и рисунков дублируются на английском языке.

Размеры рисунков не должны превышать границы полей страницы основного текста документа с учетом подрисуночной подписи. Рисунки издательством не редактируются. Если рисунок по ширине превышает размер колонки, то необходимо ставить перед ним и после него разрыв раздела на текущей странице и располагать рисунок в начале или в конце страницы.

Рисунки, надписи и объекты Microsoft Word должны перемещаться вместе с текстом, т.е. быть не поверх текста.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ:

Научная статья

05.18.04 Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)

УДК 533.9.07

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.001

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ОБРАБОТКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОВОЙ ПЛАЗМОЙ

Имя Отчество Фамилия ¹, Имя Отчество Фамилия ²,
Имя Отчество Фамилия ³, Имя Отчество Фамилия ⁴,
Имя Отчество Фамилия ⁵

^{1, 2, 3} Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

¹ moskalenko_nu@usue.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8204-97>

² tihonov_75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4863-98>

³ tihonov_75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5841-17>

⁴ Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности, Сергиев Посад, Россия, ccvictory@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6597-0492>

⁵ Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова, Москва, Россия, ccvictory@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5889-91>

Аннотация. Целью исследования является разработка и оценка эффективности.....

Ключевые слова: низкотемпературная плазма атмосферного давления, холодная плазма, генератор плазмы, аргонная плазма, мясо, срок хранения, микроорганизмы, бактерицидное действие.

Благодарности: работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (государственное задание № -40-01 от 21.02.2019; мнемокод 01-2019-03; номер темы FM-20203).

Для цитирования: Разработка устройства для увеличения продолжительности хранения пищевой продукции путем обработки низкотемпературной газовой плазмой / И. О. Фамилия и др. // Ползуновский вестник. 2021. № 1. С. 3-7. doi: 10.25712/ ASTU.2072-8921.2021.01.001.

Original article

DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR INCREASING THE DURATION OF STORAGE OF FOOD PRODUCTS BY PROCESSING WITH LOW-TEMPERATURE GAS PLASMA

Imya O. Familiya¹, Imya O. Familiya², Imya O. Familiya³,
Imya O. Familiya⁴, Imya O. Familiya⁵

^{1,2,3} Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

¹ moskalenko_nu@usue.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8204-97>

² tihonov_75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4863-98>

³ tihonov_75@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5841-17>

⁴ All-Russian Scientific Research Institute of Poultry Processing Industry, Sergiev Posad, Russia, ccvictory@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6597-04>

⁵ V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia, ccvictory@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5889-91>

Abstract. The aim of the research is to develop and evaluate the effectiveness of the equipmen.....

Keywords: low-temperature atmospheric pressure plasma, cold plasma, plasma generator, argon plasma, meat, shelf life.

Acknowledgements: the work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (state task No. 05-60-01 of 21.03.2019; mнемocode 06-2019-01; topic number FM-203).

For citation: Familiya, I. O., Familiya, I. O., Familiya, I. O., Familiya, I. O. & Familiya, I. O. (2021). Development of a device for increasing the duration of storage of food products by processing with low-temperature gas plasma. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 3-7. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.001.

Пищевые продукты животного происхождения играют жизненно важную роль в питании человека благодаря своим сенсорным качествам и высокой пищевой ценности. Одной

из хорошо известных проблем таких продуктов является высокая скоропортящаяся способность и ограниченный срок хранения, если не применяются соответствующие методы консервирования или обработки.

Таблица 1 - Микробиологические показатели

Table 1 - Microbiological indicators of chilled

| Группа | Наименование показателя | | | |
|--------|--------------------------|---|--|--|
| | КМАФАнМ, не более, КОЕ/г | БГКП (количественные формы), не допускаются в массе продукта, г | Бактерии рода <i>Salmonella</i> , не допускаются в массе продукта, г | <i>Listeria monocytogenes</i> , не допускаются в массе продукта, г |

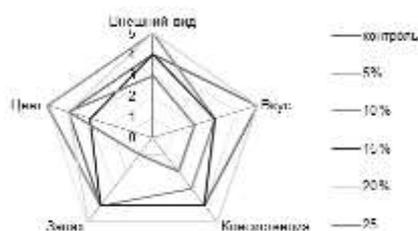


Рисунок 1 – Профиллограмма органолептической оценки

Figure 1-Organoleptic evaluation profile

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скурихин И.М. Тютельян В.А. Химический состав российских продуктов питания: Справочник. М.: ДеЛипринт, 2002. 236 с.
2. Лебедева, Н.Г., Борисова А.В. Разработка технологии приготовления супа-пюре с использованием различных способов тепловой обработки // Вестник КрасГАУ. 2019. № 3. С. 148-153.

Информация об авторах

С. Л. Тихонов — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой пищевой инженерии Уральского государственного экономического университета.

REFERENCES

1. Skurikhin I. M. & Tutelyan V. A. (2002). Chemical composition of Russian food products: Handbook. Delhi print. (In Russ.).
2. Lebedeva, N. G. & Borisova A.V. (2019). Development of technology for preparing soup-puree using various methods of heat treatment. *Vestnik KrasGAU*, (3), 148-153. (In Russ.).

Information about the authors

S. L. Tikhonov — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Engineering of the Ural State University of Economics.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 10.08.2022; одобрена после рецензирования 24.09.2022; принята к публикации 03.10.2022.

The article was received by the editorial board on 10 Aug 2022; approved after editing on 24 Sep 2022; accepted for publication on 03 Oct 2022.

К статье необходимо предоставлять следующие документы: **экспертное заключение, согласие каждого автора на размещение статьи, согласие на обработку персональных данных.**

К публикации принимаются статьи, **ранее нигде не опубликованные** и не представленные к печати в других изданиях. Статьи, отбираемые для публикации в журнале, проходят двухстороннее слепое рецензирование. Автор статьи имеет право предложить двух рецензентов по научному направлению своего исследования.

Публикации в журнал принимаются на русском и английском языках.

Электронная версия публикации должна быть отправлена в формате текстового редактора Microsoft Word (расширения .doc, .docx) по электронной почте по адресу polz_journal@mail.ru. Название файла формируется из фамилии и инициалов первого автора (к примеру, «ИвановАА.doc»). Если статей несколько, то к названию файла через знак подчеркивания добавляется порядковый номер (к примеру, «ИвановАА_1.doc»).

Все статьи будут проверены в системе «Антиплагиат», при оригинальности менее 75 % статьи будут возвращены авторам.

Контактная информация:

Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 46, 119 ГК, почтовый индекс: 656038.
Стопорева Татьяна Александровна – тел.: 8 (3852) 290946, e-mail: polz_journal@mail.ru.

Подписано в печать 12.10.2022. Формат 60×84 1/8. Печать цифровая.
Усл. п. л. 23,02. Тираж 200 экз. Заказ 2022 – 25.
Отпечатано в типографии АлтГТУ им. И. И. Ползунова
Адрес типографии: 656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина 46

АлтГТУ им. И.И. Ползунова
656038 г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, каб. 119 главного корпуса
тел. +7 (3852) 29-09-46
сайт: <https://ojs.altstu.ru/index.php/PolzVest/>
e-mail: polz_journal@mail.ru
Дизайн обложки: Р.С. Жуковский, доцент кафедры ТИАрх