

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.А. БУНИНА»

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Выпуск 2 (№ 32) / Елец, 2024

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина» (399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28, 1).

«Агропромышленные технологии Центральной России» является научно-практическим рецензируемым журналом, входит в перечень ВАК при Минобрнауки российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук. Журнал размещается в национальной информационно-аналитической системе РИНЦ. Журнал основан в 2016 году, выходит 4 раза в год. Свидетельство о регистрации ISSN: 2541-7835

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор журнала, председатель редакционной коллегии:

Гулидова Валентина Андреевна – Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации, д-р с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Заместитель главного редактора:

Захаров Вячеслав Леонидович – д-р с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Ответственный секретарь:

Шубкин Сергей Юрьевич – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Члены редакционной коллегии:

Технология хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов

Абжанова Шолпан Амангелдыкызы – канд. техн. наук, профессор Алматинского технологического университета.

Бакин Игорь Алексеевич – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Васюкова Анна Тимофеевна – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)».

Глотова Ирина Анатольевна – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I».

Журавлёв Алексей Владимирович – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Ключников Андрей Иванович – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)».

Овсянников Виталий Юрьевич – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий».

Оспанов Асан Бекешович – Академик Академии сельскохозяйственных наук Республики Казахстан, д-р техн. наук, профессор, председатель правления Казахского НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности.

Рскелдиев Бердан Абдазимович – Член-корреспондент Национальной академии естественных наук Республики Казахстан, д-р техн. наук, профессор Алматинского технологического университета, почетный профессор Государственного университета им. Шакарима г. Семей.

Сокол Наталья Викторовна – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

Шахов Сергей Васильевич – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий».

Школьникова Марина Николаевна – д-р техн. наук, доцент, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

Щегольков Николай Фёдорович – канд. с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник Липецкой лаборатории ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела».

Общее земледелие и растениеводство

Алиев Таймасхан Гасан-Гусейнович – д-р с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».

Виноградов Дмитрий Валериевич – д-р биол. наук, профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет».

Зубкова Татьяна Владимировна – канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Ивойлов Александр Васильевич – д-р с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева».

Кравченко Владимир Александрович – канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Кочарли Нателла Кериш кызы – канд. биол. наук, доцент Бакинского государственного университета.

Кузин Андрей Иванович – д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник ФНЦ им. И.В. Мичурина, профессор ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».

Наумкин Владимир Петрович – д-р с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина».

Образцов Владимир Николаевич – д-р с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I».

Онищенко Людмила Михайловна – д-р с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина».

Сотников Борис Александрович – канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Щучка Роман Викторович – канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Агроинженерные системы и технологии

Гиевский Алексей Михайлович – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I».

Еднач Валерий Николаевич – канд. техн. наук, доцент УО «Белорусский государственный аграрный технический университет».

Поляков Роман Николаевич – д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева».

Радин Сергей Юрьевич – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Савин Леонид Алексеевич – Действительный член Российской инженерной академии, д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева».

Соловьев Сергей Владимирович – д-р с.-х. наук, профессор ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».

Чаткин Михаил Николаевич – Член-корреспондент Российской академии Естественных наук, ректор ФГБОУ ДПО «Мордовский институт переподготовки кадров агробизнеса», д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва».

Чеботарёв Валерий Петрович – д-р техн. наук, профессор УО «Белорусский государственный аграрный технический университет».

The founder and the publisher: *The Federal State Educational Government-Financed Institution of Higher Education «Bunin Yelets State University» (399770, Lipetsk region, Yelets, Kommunarov street, 28, 1).*

«Agro-Industrial Technologies of Central Russia» is a scientific and practical peer-reviewed journal, is included in the list of the Higher Attestation Commission under the Ministry of Education and Science of Russian peer-reviewed scientific journals in which the main scientific results of dissertations for the degrees of doctor and candidate of sciences should be published. The journal is published in the national information and analytical system of the RSCI. The journal was founded in 2016, it is published 4 times a year. The certificate on registration in National agency ISSN: 2541-7835.

EDITORIAL COUNCIL:

EDITOR-IN-CHIEF OF THE JOURNAL, CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD:

Gulidova Valentina – Honored Worker of Agriculture of the Russian Federation, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Bunin Yelets State University.

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Zakharov Vjacheslav – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Bunin Yelets State University.

EXECUTIVE SECRETARY:

Shubkin Sergej – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Bunin Yelets State University.

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

TECHNOLOGY OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Abzhanova Sholpan – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Almaty Technological University.

Bakin Igor - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Vasyukova Anna - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Russian Biotechnological University.

Glotova Irina – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I.

Zhuravlev Alexey – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.

Klyuchnikov Andrey – Doctor of Technical Sciences, Professor of the K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management.

Ovsyannikov Vitaly – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State University of Engineering Technologies.

Ospanov Asan – Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chairman of the Board of the Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry.

Rskeldiev Berdan – Corresponding Member of the National Academy of Natural Sciences of the Republic of Kazakhstan, Doctor of Technical Sciences, Professor of Almaty Technological University, Honorary Professor of the State University Shakarima G. Semey.

Sokol Natalia – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Kuban State Agricultural University.

Shakhov Sergej – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State University of Engineering Technologies.

Shkolnikova Marina – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Ural State University of Economics

Shchegolkov Nikolay – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Russian Research Institution of Breeding Case (Lipetsk Laboratory).

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Aliiev Tajmaskhan – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Michurinsky State Agrarian University.

Vinogradov Dmitry – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev.

Zubkova Tatiana – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Bunin Yelets State University.

Ivoilov Aleksandr – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Ogaryov Mordovian State University.

Kravchenko Vladimir – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Bunin Yelets State University.

Kocharli Natella – Candidate of Biological Sciences, associate Professor of the Baku State University.

Kuzin Andrey – Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the I. V. Michurin Federal Research Center, Professor of the Michurinsky State Agrarian University.

Naumkin Vladimir – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin.

Obraztsov Vladimir – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I.

Onishchenko Lyudmila – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin.

Sotnikov Boris – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Bunin Yelets State University.

Shhuchka Roman – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Bunin Yelets State University.

AGROENGINEERING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Gievsky Alexey – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I.

Ednach Valery – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Belarusian State Agrarian Technical University.

Polyakov Roman – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Oryol State University named after I.S. Turgenev.

Radin Sergey – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Bunin Yelets State University.

Savin Leonid – Full Member of the Russian Academy of Engineering, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Oryol State University named after I.S. Turgenev.

Solovyov Sergey – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Michurinsky State Agrarian University.

Chatkin Mikhail – Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Rector of the Mordovian Institute of Agribusiness Personnel Retraining, Doctor of Technical Sciences, Professor of the National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev.

Chebotaryov Valery – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Belarusian State Agrarian Technical University.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Бондарчук О.Н., Ермолаев В.А. Пищевые отходы и их ферментация.....	9
Бочкарева З.А., Пчелинцева О.Н., Полосина Е.И. Растительное сырье в технологии мясных рулетов.....	17
Галынкин В.А., Герасимов В.Н., Краснов К.А., Кипрушкина Е.И. Дезинфицирующее средство «Тригексилон» для обеспечения микробиологических показателей безопасности в технологиях хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов.....	25
Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Гулидова В.А. Биохимическая и органолептическая оценка нутовых котлет.....	34
Ильдирова С.К., Кусова И.У., Федотова Н.А. Исследование зависимости содержания полисахаридов в крахмалсодержащем сырье от длительности низкотемпературной обработки.....	41
Котельникова М.Н., Асадова М.Г., Калужских А.Г. Влияние спирулины и натурального тыквенного сока на показатели качества хлебных палочек.....	49
Любимова К.В., Токарева Т.Ю., Василиевич Н.В. Влияние обработки в пароконвектомате на качественные характеристики мясного фарша.....	58
Пчелинцева О.Н., Фролов Д.И. Использование облепихового порошка и льняной муки в технологии производства затяжного печенья.....	67

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Беленков А.И., Мазиров М.А., Зеленов А.В. Взаимосвязь урожайности и слагаемых элементов, влияющих на ее величину.....	76
Воробьева Л.А., Анищенко В.А., Адамко В.Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность и качество зерна овса, возделываемого на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения.....	84
Галговская Л.А., Конарева Е.А. Гибриды кукурузы для предгорной зоны Ставропольского края.....	92
Жолобова И.С., Хильчук Д.С. Влияние органического удобрения на урожайность и химический состав чумизы.....	100
Исмагилов К.Р. Зависимость урожайности сахарной свеклы от гидротермических условий в Республике Башкортостан.....	108
Мысник Е.Н., Захаров В.Л., Кравченко В.А., Сотников Б.А. Сорные растения мусорных мест в агроэкосистемах хозяйств Липецкой области.....	115

АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Габаев А.Х. Расчет рабочего процесса высевающего аппарата зерновой сеялки и факторы, влияющие на высев заданных норм.....	123
--	-----

CONTENTS

TECHNOLOGY OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Bondarchuk O.N., Ermolaev V.A. Food waste and their fermentation.....	9
Bochkareva Z.A., Pchelintseva O.N., Polosina E.I. Plant raw materials in meat roll technology.....	17
Galyнкиn V.A., Gerasimov V.N., Krasnov K.A., Kiprushkina E.I. «Trihexilon» disinfectant for ensuring microbiological safety indicators in technologies of storage and processing of agricultural products.....	25
Dubrovina O.A., Zubkova T.V., Gulidova V.A. Biochemical and organoleptic evaluation of chickeat cutletsp.....	34
Ildirova S.K., Kusova I.U., Fedotova N.A. Study of the dependence of polysaccharides content in starch-containing raw materials on the duration of low temperature processing....	41
Kotelnikova M.N., Asadova M.G., Kaluzhskikh A.G. The effect of spirulina and natural pumpkin juice on the quality of breadsticks.....	49
Lyubimova K.V., Tokareva T.Yu., Vasilievich N.V. Influence of processing in a combi steamer on quality characteristics of mint meat.....	58
Pchelintseva O.N., Frolov D.I. The use of sea buckthorn powder and flaxseed flour in the production technology of lingering cookies.....	67

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Belenkov A.I., Mazirov M.A., Zelenev A.V. Relationship of productivity and components elements affecting its values.....	76
Vorobyova L.A., Anishchenko V.A., Adamko V.N. The effect of mineral fertilizers on the productivity and quality of oats grain cultivated on sod-podzolic sandy soil under conditions of radioactive contamination.....	84
Galkovskaya L.A., Konareva E.A. Corn hybrids for the foothill zone of the Stavropol territory.....	92
Zholobova I.S., Khilchuk D.S. The effect of organic fertilizer on the yield and chemical composition of chumiz.....	100
Ismagilov K.R. Dependence of sugar beet yield on hydrothermal conditions in the Republic of Bashkortostan.....	108
Mysnik E.N., Zakharov V.L., Kravchenko V.A., Sotnikov B.A. T Weeds of garbage places in agroecosystems of Lipetsk region farms.....	115

AGROENGINEERING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Gabaev A.Kh. Calculation of the working process of the sowing apparatus of a grain seeder and factors influencing the sowing of specified rates..... 123

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

TECHNOLOGY OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Научная статья

УДК 636.087.25

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-9-16

ПИЩЕВЫЕ ОТХОДЫ И ИХ ФЕРМЕНТАЦИЯ

Бондарчук Ольга Николаевна^{1✉}, Ермолаев Владимир Александрович²

^{1,2}Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецовка, Кемерово, Россия

¹b120983@list.ru[✉]

²ermolaevvla@rambler.ru

Аннотация. Произошедшие за последние годы демографические изменения привели к изменению привычек в питании населения, росту потребления большого разнообразия продуктов питания, что в свою очередь ведет к постоянному увеличению объемов пищевых отходов. Отходы являются серьезной проблемой для окружающей среды, их накопление на свалках приводит к загрязнению почвы и воды, а также к выбросу вредных веществ в атмосферу. Перед современным обществом актуальна проблема экологически безопасной утилизации отходов. Одним из перспективных и эффективных направлений переработки пищевых отходов является их ферментация. Ферментация – это процесс, основанный на разложении органических веществ под воздействием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. Ферментация позволит уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду и получить качественные органические удобрения, позволяющие повышать плодородие почвы. Целью данной работы является исследование процесса ферментации пищевых отходов различного состава препаратом Байкал ЭМ-1 для получения органического удобрения (компоста). В результате исследования установлено, что ферментный препарат Байкал ЭМ-1 может быть использован для ферментации отходов, условно классифицированных по составу на жировые, углеводные, углеводно-белковые (70/30), углеводно-жировые (70/30), углеводно-белково-жировые (60/30/10). Для белковых, белково-жировых пищевых отходов данный препарат не подходит. Результаты исследований имеют практическое значение для широкого диапазона специалистов пищевой промышленности с рациональной переработкой пищевых отходов.

Ключевые слова: ферментация, пищевые отходы, органическое удобрение, ферменты

Для цитирования: Бондарчук О.Н., Ермолаев В.А. Пищевые отходы и их ферментация // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 9-16. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-8-16>.

Original article

FOOD WASTE AND THEIR FERMENTATION

Olga N. Bondarchuk^{1✉}, Vladimir A. Ermolaev²

^{1,2}Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia

¹b120983@list.ru[✉]

²ermolaevvla@rambler.ru

Abstract. Demographic changes that have occurred in recent years have led to a change in the dietary habits of the population, an increase in the consumption of a wide variety of food products, which in turn leads to a constant increase in food waste. Waste is a serious problem for the environment; its accumulation

in landfills leads to soil and water pollution, as well as the release of harmful substances into the atmosphere. Modern society faces the urgent problem of environmentally safe waste disposal. One of the promising and effective areas for processing food waste is its fermentation. Fermentation is a process based on the decomposition of organic substances under the influence of enzymes produced by microorganisms. Fermentation will reduce the environmental load on the environment and obtain high-quality organic fertilizers, which will increase soil fertility. The purpose of this work is to study the process of fermentation of food waste of various compositions using the Baikal EM-1 preparation to produce organic fertilizer (compost). As a result of the study, it was established that the enzyme preparation Baikal EM-1 can be used for the fermentation of waste, conventionally classified by composition into fatty, carbohydrate, carbohydrate-protein (70/30), carbohydrate-fat (70/30), carbohydrate-protein-fat (60/30/10). This drug is not suitable for protein, protein-fat food waste. The research results are of practical importance for a wide range of food industry specialists with rational processing of food waste.

Keywords: fermentation, food waste, organic fertilizer, enzymes

For citation: Bondarchuk O.N., Ermolaev V.A. Food waste and their fermentation. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 2(32), pp. 9-16. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-9-16>.

Введение

Переработка пищевых отходов может производиться различными способами, включая ферментацию, компостирование, переработку в корм для животных, выпечку, анаэробное брожение, гидролиз и другие методы [1].

Ферментация пищевых отходов является одним из наиболее эффективных методов переработки органических отходов. Этот процесс позволяет утилизировать отходы, которые обычно отправляются на свалку и превратить их в полезное удобрение для растений. Ферментация бытовых отходов является экологически чистым и эффективным способом уменьшения объема отходов, снижения нагрузки на свалки и улучшения качества почвы [3, 4, 6, 7].

Кроме того, органоминеральные удобрения, полученные в результате ферментации пищевых отходов, являются экологически чистыми и полезными для почвы и растений. Они содержат множество микроорганизмов и питательных веществ, которые улучшают качество почвы и способствуют росту растений [5, 8].

Ферментация пищевых отходов – это один из ключевых процессов в биотехнологии и агрономии. Данный процесс основан на использовании биопрепаратов, которые могут разлагать органический материал в пищевых отходах с целью получения биогаза, удобрения или других продуктов. Есть несколько известных составляющих, которые используются для ферментации пищевых отходов. Например, микроорганизмы. Микроорганизмы, такие как бактерии и грибы, являются основными агентами ферментации [9, 10].

Органоминеральные удобрения, полученные путем ферментации пищевых отходов – это инновационный подход в сельском хозяйстве. Он позволяет решать несколько проблем одновременно: утилизировать отходы пищевой промышленности, производить качественное удобрение, повышать плодородие почвы без ущерба для окружающей среды [1, 2].

Целью исследования является ферментация пищевых отходов с различным содержанием жиров, белков, углеводов и их миксовых комбинаций.

Материалы и методы исследований

Исследования по ферментации пищевых отходов проводили на кафедре «Биотехнологий и производства продуктов питания» Кузбасского государственного аграрного университета им. В.Н. Полецкого в 2023-2024 гг.

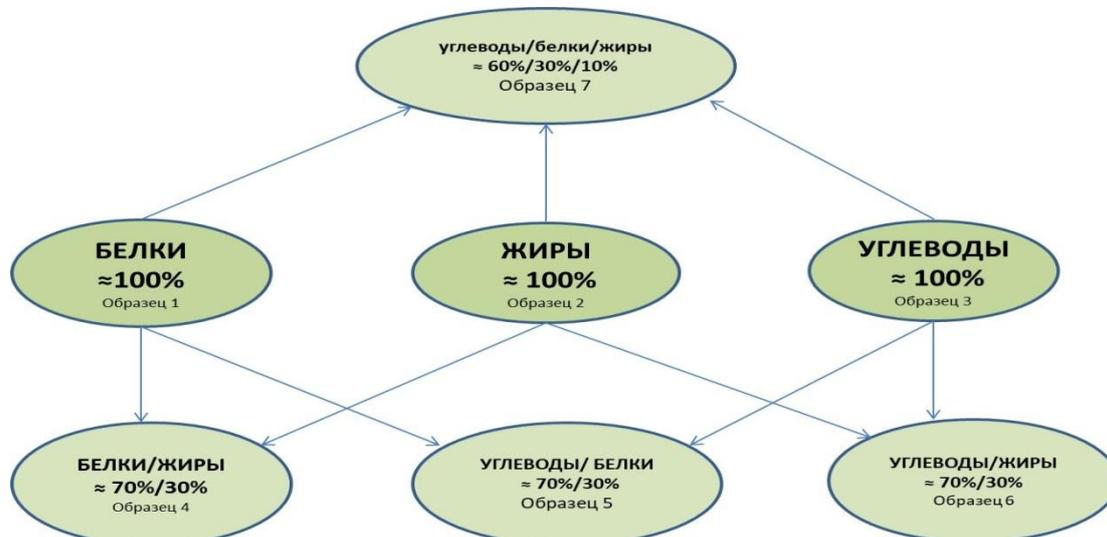
В качестве объектов исследований использовали пищевые отходы пятидесяти семей, проживающих на территории г. Кемерово.

В качестве фермента использовали биопрепарат «Байкал ЭМ-1».

Забор пищевых отходов производили ежедневно в период с 19 до 21 часов. Предварительно нами была произведена условная классификация пищевых отходов по составу на семь групп: белковые, жировые, углеводные, белково-жировые, углеводно-белковые, углеводно-

жировые, углеводно-белково-жировые. Все пятьдесят семей были обеспечены специальными контейнерами для сбора и разделения пищевых отходов, согласно нашей классификации.

Для процесса ферментации нами были подготовлены семь экспериментальных образцов: белковые, жировые, углеводные, белково-жировые, углеводно-белковые, углеводно-жировые, углеводно-белково-жировые (см. рис. 1).



* в пересчете на сухое вещество

Рисунок 1. Состав экспериментальных образцов

Состав экспериментальных образцов:

образец №1: торф (основа, 0,3 кг) + белковые пищевые отходы (1 кг) + фермент (Байкал ЭМ-1, 100 мл);

образец №2: торф (основа, 0,3 кг) + жировые пищевые отходы (1 кг) + фермент (Байкал ЭМ-1, 100 мл);

образец №3: торф (основа, 0,3 кг) + углеводные пищевые отходы (1 кг) + фермент (Байкал ЭМ-1, 100 мл);

образец №4: торф (основа, 0,3 кг) + белковые пищевые отходы (0,7кг) + жировые пищевые отходы (0,3 кг) + фермент (Байкал ЭМ-1, 100 мл);

образец №5: торф (основа, 0,3кг) + углеводные пищевые отходы (0,7 кг) + белковые пищевые отходы (0,3 кг) + фермент (Байкал ЭМ-1, 100 мл);

образец №6: торф (основа, 0,3 кг) + углеводные пищевые отходы (0,7 кг)+ жировые пищевые отходы (0,3 кг) + фермент (Байкал ЭМ-1, 100 мл);

образец №7: торф (основа, 0,3 кг) + углеводные пищевые отходы (0,6 кг)+ белковые пищевые отходы (0,3 кг) + жировые пищевые отходы (0,1 кг) + фермент (Байкал ЭМ-1, 100 мл).

Результаты исследований и их обсуждение

Согласно поставленной цели исследования, структуру результатов поделим на два этапа.

1. Условная классификация пищевых отходов по их составу.

Пищевые отходы содержат в своем составе различные вещества и компоненты, но для нашей классификации интерес представляют три основных компонента – белки, жиры и углеводы. Очень мало монокомпонентных продуктов, которые в своем составе содержат только белки, только жиры или только углеводы. Однако среди массы продуктов можно выделить те продукты, в которых преобладает массовая доля белков, и(или) жиров, и(или) углеводов.

Если в продукте содержание одного из трех компонентов более 70 % в пересчете на сухое вещество, то продукт относится к той группе, какой компонент преобладает.

Нами разработана условная классификация пищевых продуктов по составу (таблица 1).

Таблица 1. Условная классификация пищевых продуктов по составу

Белковые	Жировые	Углеводные
говядина	мясные полуфабрикаты	макаронные изделия
курица	колбасные изделия	хлебобулочные изделия
рыба	орехи	Овощи
сыр	субпродукты	молочные каши
творог	свинина	кондитерские изделия
яйца	сало	Сухофрукты
индейка	масло сливочное	Фрукты
печень куриная	маргарин	Картофель
морепродукты	майонез	Рис

В приведенной таблице представлены продукты питания наиболее популярные у среднестатистического потребителя. Если в рационе питания семей были иные пищевые отходы, то семьи сами логически относили их к одной из групп.

2. Ферментация пищевых отходов с преобладающим содержанием жиров, белков, углеводов и их миксовых комбинаций.

Эксперимент проводили при следующих условиях: контейнеры с образцами помещали на стеллажи в темное место без доступа солнечных лучей, температура в помещении поддерживалась равной 22° С, продолжительность ферментации – 21 день.

Каждые семь дней от начала эксперимента проводили проверку образцов. Первая проверка позволила установить, что в контейнерах с белковыми (образец №1) и белково-жировыми (образец №4) отходами появилась плесень, гнилостный запах, процесс ферментации был не стабилен. В связи с этим данные образцы дальше в эксперименте не участвовали. Фотографии образцов №1 и №4 представлены на рисунке 2.



а



б

Рисунок 2. Фотографии образцов:

- а – образец №1: торф + белковые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1);
 б – образец №4: торф + белковые пищевые отходы + жировые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1)

В процессе ферментации пищевых отходов причиной появления плесени является то, что органические соединения, содержащиеся в данных образцах, не были подвержены расщеплению ферментным препаратом Байкал ЭМ-1. Данные образцы являются белково-содержащими. В свою очередь известно, что белки более сложно устроены с химической точки зрения по сравнению с углеводами и жирами. Ферментный препарат Байкал ЭМ-1 не смог сферментировать пептидные связи белков и составляющих аминокислот. Произошло поверхностное сбраживание элементарных органических соединений, что привело к обильному образованию плесени.

Через 14 дней была также проведена проверка образцов. В ходе проверки было установлено, что процесс ферментации всех образцов протекал стабильно. Фотографии образцов на 14 день процесса ферментации представлен на рисунке 3.

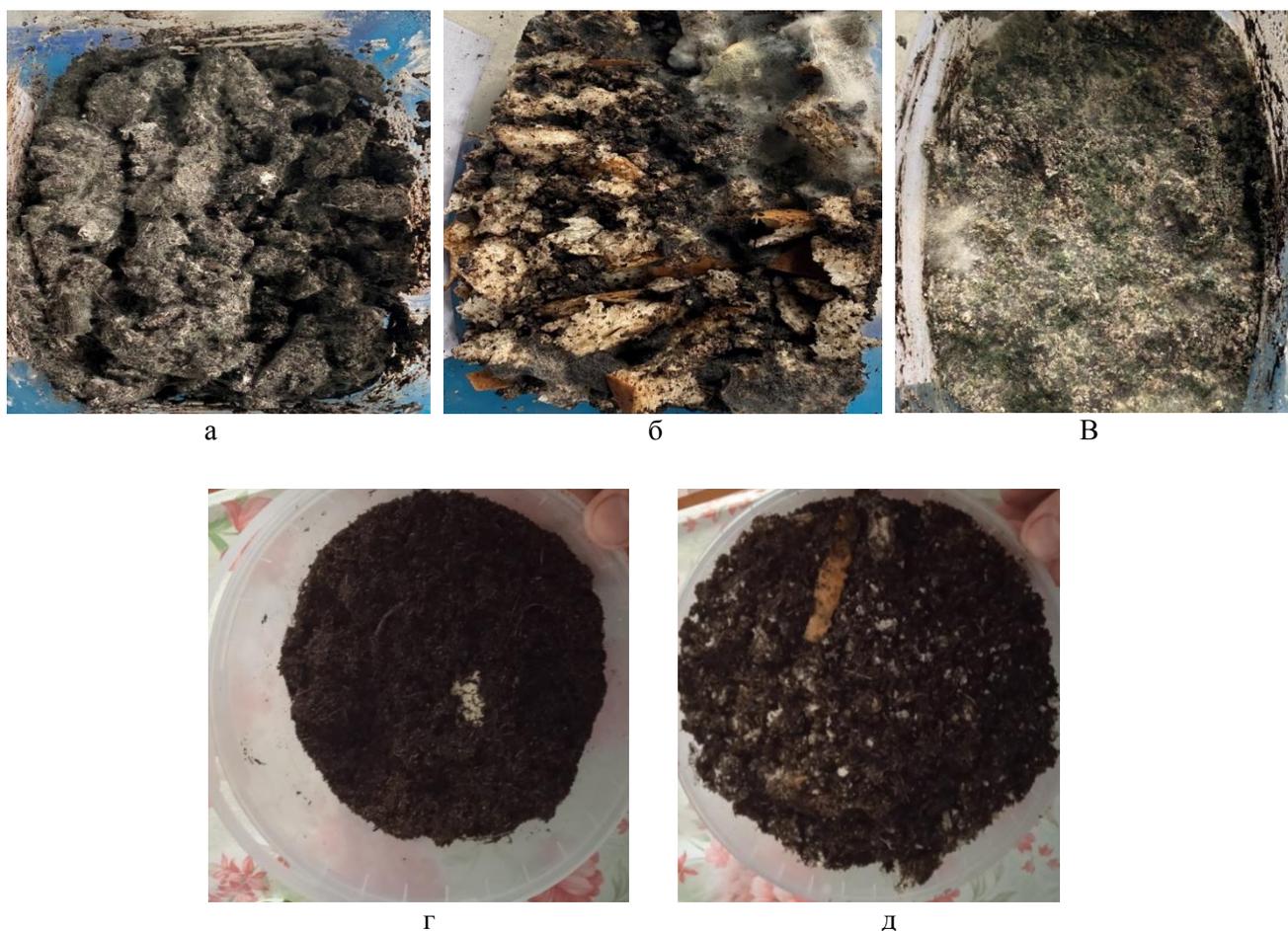


Рисунок 3. Фотографии образцов на 14 день процесса ферментации:

- а – образец №2: торф + жировые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1);
- б – образец №3: торф + углеводные пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1);
- в – образец №5: торф + углеводные пищевые отходы + белковые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1);
- г – образец №6: торф + углеводные пищевые отходы + жировые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1);
- д – образец №7: торф + углеводные пищевые отходы + белковые пищевые отходы + жировые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1);

Образование поверхностной плесени полностью отсутствовало у образцов № 2, № 6 и № 7. У образцов № 3 и № 5 поверхностная плесень не превышала 10-15% от площади образцов. Отсутствие поверхностной плесени и ее относительно небольшое содержание говорит о стабильности процесса ферментации. Однако процесс ферментации завершать было еще ра-

но, на фотографиях образцов наблюдаются вкрапления различных составляющих пищевых отходов.

По истечении 21 дня процесс ферментации был завершен. Фотографии образцов органического удобрения (компоста) приведены на рисунке 4.



а



б



в



г



д

Рисунок 4. Фотографии органического удобрения (компоста):

а – образец №2: торф + жировые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1);

б – образец №3: торф + углеводные пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1);

в – образец №5: торф + углеводные пищевые отходы + белковые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1); г – образец №6: торф + углеводные пищевые отходы + жировые

пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1); д – образец №7: торф + углеводные пищевые отходы + белковые пищевые отходы + жировые пищевые отходы + фермент (Байкал ЭМ-1)

После того как процесс ферментации был завершен, полученные образцы были подвержены измельчению на молотковой дробилке. Измельченные фракции подсушивали в конвективной сушилке теплым воздухом. Таким образом, с помощью ферментации пищевых

отходов были получены образцы органического удобрения (компоста), которое может применяться для удобрения как декоративных, так и сельскохозяйственных культур.

Выводы

На основании проведенных исследований процесса ферментации пищевых отходов различного состава препаратом Байкал ЭМ-1 для получения органического удобрения (компоста) можно сделать следующие выводы:

1. Произведена условная классификация пищевых отходов по составу.
2. Установлено, что ферментный препарат Байкал ЭМ-1 может быть использован для ферментации отходов, условно классифицированных по составу на жировые, углеводные, углеводно-белковые (70/30), углеводно-жировые (70/30), углеводно-белково-жировые (60/30/10). Препарат не подходит для белковых, белково-жировых пищевых отходов.
3. Результаты исследований имеют практическое значение для широкого диапазона специалистов пищевой промышленности с рациональной переработкой пищевых отходов.

Список источников

1. Бондарчук О.Н., Ермолаев В.А. Взаимодействие производителей пищевых проектов с целью сокращения вторичного сырья // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием. Кемерово. 2022. С. 265-268.
2. Бондарчук О.Н., Ермолаев В.А. Товароведная оценка вторичного сырья (на примере фермерских производств) // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: материалы IX Национальной научно-практической конференции с международным участием. Кемерово. 2022. С. 268-272.
3. Савушкина Е.Ю., Орлов Н.В., Нораева А.Г. Компостирование как оптимальный метод переработки пищевых отходов // Лучшая студенческая статья 2020. 2020. С. 251-263.
4. Светлаков К.А. Проблема пищевых отходов в общественном питании // Гуманитарные научные исследования. 2022. № 5 (129).
5. Славянский А.А. и др. Основные отходы сахарного производства и их использование / А.А. Славянский, Д.П. Митрошина, В.А. Грибова, В.А. Ермолаев // Сахар. 2022. № 12. С. 30-37.
6. Смирнов К.А., Алашкевич Ю.Д., Решетова Н.С. Особенности твердофазной ферментации // Химия растительного сырья. 2009. № 3.
7. Смирнова Т.С. Проблема Food Waste в мире: примеры глобальных и локальных мер по сокращению и предотвращению пищевых отходов // Устойчивое развитие: вызовы и возможности. 2020. С. 238-246.
8. Чикунова В.В., Стуженко Н.И., Яцук Ю.А. Пищевая промышленность как источник образования отходов // Дневник науки. 2023. № 9 (81).
9. Filimonau V., Ermolaev V.A. Mitigation of food loss and waste in primary production of a transition economy via stakeholder collaboration: A perspective of independent farmers in Russia // Sustainable Production and Consumption. 2021. No. 28. Pp. 359-370.
10. Filimonau V., Ermolaev V.A. A sleeping giant? Food waste in the foodservice sector of Russia // Journal of Cleaner Production, 2021. No. 297. P. 126705.

References

1. Bondarchuk O.N., Ermolaev V.A. Interaction of producers of food projects in order to reduce secondary raw materials. Materials of the IX National Scientific and Practical Conference with international participation: «Current scientific and technical means and agricultural problems». Kemerovo, 2022, pp. 265-268.
2. Bondarchuk O.N., Ermolaev V.A. Commodity evaluation of secondary raw materials (on the example of farm production). Materials of the IX National Scientific and practical Conference

with international participation: «Current scientific and technical means and agricultural problems». Kemerovo, 2022, pp. 268-272.

3. Savushkina E.Yu., Orlov N.V., Garaeva A.G. Composting as an optimal method of processing food waste. The best student article 2020, 2020, pp. 251-263.

4. Svetlakov K.A. The problem of food waste in public catering. Humanitarian scientific research, 2022, no. 5 (129).

5. Slavyansky A.A. et al. The main wastes of sugar production and their use. A.A. Slavyansky, D.P. Mitroshina, V.A. Gribova, V.A. Ermolaev. Sugar, 2022, no. 12, pp. 30-37.

6. Smirnov K.A., Alashkevich Y.D., Reshetova N.S. Features of solid-phase fermentation. Chemistry of vegetable raw materials, 2009, no. 3.

7. Smirnova T.S. The problem of Food Waste in the world: examples of global and local measures to reduce and prevent food waste. Sustainable development: challenges and opportunities, 2020, pp. 238-246.

8. Chikunova V.V., Stuzhenko N.I., Yatsuk Yu.A. Food industry as a source of waste generation. Diary of Science, 2023, no. 9 (81).

9. Filimonau V., Ermolaev V.A. Mitigation of food loss and waste in primary production of a transition economy via stakeholder collaboration: A perspective of independent farmers in Russia. Sustainable Production and Consumption, 2021, no. 28, pp. 359-370.

10. Filimonau V., Ermolaev V.A. A sleeping giant? Food waste in the foodservice sector of Russia. Journal of Cleaner Production, 2021, no. 297, p. 126705.

Информация об авторах

О.Н. Бондарчук – аспирант;

В.А. Ермолаев – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания.

Information about the authors

O.N. Bondarchuk – Postgraduate student;

V.A. Ermolaev – Doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of biotechnology and food production.

Научная статья

УДК 641.561+637.521

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-17-24

РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ В ТЕХНОЛОГИИ МЯСНЫХ РУЛЕТОВ

**Бочкарева Зенфира Альбертовна^{1✉}, Пчелинцева Ольга Николаевна²,
Полосина Елизавета Игоревна³**

^{1,2,3}Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

¹bochkariievaz@mail.ru✉

²pchelincevaon@yandex.ru

³lvetochka555@yandex.ru

Аннотация. Целью исследования являлось изучение влияния растительного компонента, вносимого в котлетную массу, на показатели качества и пищевую ценность мясных рулетов. В работе было исследовано влияние замены пшеничного хлеба растительным сырьем в мясных рулетах. Образцы рулетов были приготовлены из мясной котлетной массы с добавлением кунжутной необезжиренной и гороховой муки. Смесь из гороховой муки и измельченного кунжута гидратирована в соотношении 1:1,5. Объектами исследования в работе являлись мясной рулет с кунжутной и гороховой мукой, с содержанием кунжута и гороховой муки 5 и 5 % (образец №1), 5 и 10 % (образец №2), 10 и 5 % (образец №3), 10 и 10 % (образец №4) соответственно. Данные наполнители не оказали негативного воздействия на органолептические показатели готовых рулетов. Основным отличием исследуемых образцов от контрольного образца является более плотная консистенция котлетной массы, кроме образца №4, который становился более сухим и рыхлым. Все изделия при этом содержали все незаменимые аминокислоты в достаточном количестве. В экспериментальных образцах количество кальция увеличилось в 3-4,5 раз, магния – в 1,8-2,5 раза, железа – в 1,4-1,7 раза, витамина В₁ – в 1,75-2,5 раза, витамина В₂ – в 3 раза. Данные результаты свидетельствуют о правильности выбора растительных наполнителей для производства мясных рулетов с высокими функционально-технологическими и органолептическими свойствами.

Ключевые слова: рулеты, масса котлетная, мука из кунжута, мука из гороха

Для цитирования: Бочкарева З.А., Пчелинцева О.Н., Полосина Е.И. Растительное сырье в технологии мясных рулетов // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 17-24. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-17-24>.

Original article

PLANT RAW MATERIALS IN MEAT ROLL TECHNOLOGY

Zenfira A. Bochkareva^{1✉}, Olga N. Pchelintseva², Elizaveta I. Polosina³

^{1,2,3}Penza State Technological University, Penza, Russia

¹bochkariievaz@mail.ru✉

²pchelincevaon@yandex.ru

³lvetochka555@yandex.ru

Abstract. The purpose of the study was to study the influence of the plant component added to the cutlet mass on the quality indicators and nutritional value of meat rolls. The work examined the effect of replacing wheat bread with vegetable raw materials in meat rolls. Sample rolls were prepared from meat cutlet mass with the addition of full-fat sesame and pea flour. A mixture of pea flour and chopped sesame is hydrated in a ratio of 1:1.5. The objects of research in the work were meatloaf with sesame and pea flour, with a sesame and pea flour content of 5 and 5% (sample No. 1), 5 and 10% (sample No. 2), 10 and 5% (sample No. 3), 10 and 10% (sample No. 4), respectively. These fillers did not have a negative impact on the organoleptic characteristics of the finished rolls. The main difference between the studied samples and the control sample is the denser consistency of the cutlet mass, except for sample No. 4, which became drier and looser. All products contained all essential amino acids in sufficient quantities. In experimental samples, the amount

of calcium increased by 3-4.5 times, magnesium by 1.8-2.5 times, iron by 1.4-1.7 times, vitamin B1 by 1.75-2.5 times, vitamin B2 – 3 times. These results indicate the correctness of the choice of plant fillers for the production of meat rolls with high functional, technological and organoleptic properties.

Keywords: rolls, cutlet mass, sesame flour, pea flour

For citation: *Bochkareva Z.A., Pchelintseva O.N., Polosina E.I. Plant raw materials in meat roll technology. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 2(32), pp. 17-24. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-17-24>.*

Введение

Ассортимент полуфабрикатов из мяса существенно расширяется благодаря не только выработке самых различных видов полуфабрикатов, но и добавлению функциональных ингредиентов. Тренд на здоровый образ жизни поддерживается предприятиями, вырабатывающими мясные полуфабрикаты, все производители понимают его значимость. Российские потребители хорошо осведомлены о пользе нутриентов, и их содержание является ключевым фактором, стимулирующим выбор потребителем именно таких продуктов. Учитывая, что последнее время выпуск мясных рубленых полуфабрикатов в большей степени осуществлялся с добавками импортного производства, в условиях экономических санкций растет возможность изменить ситуацию в сторону использования натурального отечественного полезного сырья [3].

Мясо является источником многих полезных веществ – в основном это белки, калий, кальций, магний, цинк и медь, а также железо. Однако продукты из мяса содержат животные жиры с высоким содержанием насыщенных жирных кислот. Хотя животный жир является проводником вкуса и также необходим нашему организму, тем не менее замена жира животного на растительный приносит организму пользу [8], а производство новых мясорастительных пищевых продуктов обогащает мясные полуфабрикаты пищевыми волокнами [2]. Производство полуфабрикатов с частичной заменой мясных полноценных белков на белки растительного происхождения может привести к ряду ограничений, касающихся функционально-технологических, органолептических свойств новых изделий. Необходимостью разработки функциональных продуктов питания как одного из способов сохранения здоровья и жизни людей обуславливается актуальность работы. Также важен анализ совершенствования различных видов мясных полуфабрикатов и изделий для предприятий питания различных типов, т.к. совершенствование является составной частью эффективной экономической деятельности любого предприятия.

Исследователями предлагается применять семена масличных культур, например, кунжута для изготовления колбасных изделий и рубленых полуфабрикатов [11, 13]. Использование кунжута как функционального ингредиента, прежде всего, способствует улучшению аминокислотного, минерального и жирнокислотного состава изделия. Главным образом в минеральном составе увеличивается содержание дефицитных для человека веществ: кальция, магния и железа; в жирнокислотном – линолевой жирной кислоты (ω -6) [10, 11]. Существуют разработки, в которых кунжут применяется в качестве обогащающего ингредиента путем его добавления в котлетную массу. Авторами Наумовой Л.Н., Лукиным А.А., Люлькович В.С. предложен способ производства паровых котлет с использованием муки из семян кунжута, что способствовало повышению содержания полиненасыщенных жирных кислот и зольности готовых рубленых изделий, а также пищевых волокон [9].

Интерес к белку из зернобобовых в составе различных пищевых и кормовых продуктов обусловлен его питательной ценностью, надлежащими функциональными свойствами и относительно низкой стоимостью [1, 4, 5, 7, 13].

Гороховая мука получается из перемолотого сушеного гороха, плодов травянистого растения семейства бобовых. Продукт популярен среди сторонников здорового питания, веганов и людей со склонностью к аллергии. Существуют разработки, в которых гороховая мука применяется в качестве обогащающего ингредиента путем ее добавления в котлетную

массу с содержанием от 4% до 40%. При этом доказано, что гороховая мука оказывает положительное влияние на влаго- и жиросохраняющие способности модельных фаршей [13].

Цель исследования – разработка рецептуры и технологического процесса производства пищевого продукта «Мясной рулет с кунжутной и гороховой мукой», направленная на обогащение его функциональными ингредиентами и совершенствование ассортимента мясной продукции.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования работы являются: мясной рулет с кунжутной и гороховой мукой, с содержанием кунжутной и гороховой муки 5 и 5 % (образец № 1), 5 и 10 % (образец № 2), 10 и 5 % (образец № 3), 10 и 10 % (образец № 4) соответственно; рулет с луком и яйцом – контрольный образец по рецептуре № 420 сборника рецептов блюд и кулинарных изделий; говядина по ГОСТ 33818-2016; кунжут по ГОСТ 12095-76; мука гороховая по ТУ 9293-009-89751414-10 «Мука гороховая, нутовая, чечевичная. Технические условия».

Исследования проводились в условиях лабораторий кафедры «Пищевые производства» Пензенского государственного технологического университета в 2023-2024 гг.

Семена кунжута имеют ореховый аромат и нейтральный ореховый вкус. По содержанию полезных пищевых ингредиентов семена белого и черного практически одинаковы, но использование семян черного кунжута может придать изделиям темный цвет и горьковатый привкус. Поэтому для добавки использована мука из необезжиренных белых тонко размолотых семян кунжута. По данным [6], содержание кальция в белом кунжуте в 2,5 раза превышает концентрацию в черном.

Для определения органолептических показателей исследуемых рулетов применялась общепринятая методика в соответствии с ГОСТ 9959-2015.

Технологический процесс приготовления изделий предусматривал подготовку сырья стандартными способами, измельчение мяса, перемешивание с растительными наполнителями, приготовление фарша, формование рулета, запекание. В качестве растительного наполнителя взамен пшеничного хлеба использовали гидратированную смесь из гороховой муки и кунжутной муки в соотношении 1:1,5, определенную экспериментально. Образцы готовых изделий изучали с использованием общепринятых методов исследования.

Результаты исследований и их обсуждение

Сравнительный анализ результатов пищевой и энергетической ценности образцов представлен в таблице 1.

Таблица 1. Пищевая и энергетическая ценность исследуемых образцов на 100 г

Показатель	Контрольный образец	Образец 1 (5 и 5 %)	Образец 2 (5 и 10 %)	Образец 3 (10 и 5 %)	Образец 4 (10 и 10 %)
Белки, г	12,3	14,5	14,38	15	17,96
Жиры, г	9,6	5,18	4,91	5,15	4,91
Углеводы, г	8,9	5,91	9,25	8,45	9,81
Энергетическая ценность, г	171	128	88	110	156

По данным таблицы видно, что у исследуемых образцов увеличилось содержание белков, несмотря на то, что снижается содержание мяса по сравнению с контрольным, ниже содержание жиров, содержание углеводов примерно такое же, кроме образца № 1. Однако в модельных образцах углеводы сложные, а именно – пищевые волокна (клетчатка), которые более полезны.

Сравнительный анализ содержания дефицитных в питании витаминов и минеральных веществ образцов представлен в таблице 2.

Таблица 2. Содержание витаминов и минеральных вещества исследуемых образцов на 100 г

Показатель	Контрольный образец	Образец 1 (5 и 5 %)	Образец 2 (5 и 10 %)	Образец 3 (10 и 5 %)	Образец 4 (10 и 10 %)
Калий, мг	267,3	431	360,7	365	366
Кальций, мг	31,5	110,31	91,1	143,84	140,56
Магний, мг	28,2	50,8	51	67,9	67,3
Железо, мг	1,7	2,79	2,4	2,85	2,91
Витамин А, мг	0,15	0,03	0,03	0,03	0,03
Витамин В ₁ , мг	0,08	0,14	0,16	0,18	0,2
Витамин В ₂ , мг	0,11	0,33	0,32	0,34	0,32
Витамин С, мг	1,52	0,63	0,6	0,63	0,6

Содержание практически всех минеральных веществ в исследуемых образцах мясных рулетов увеличилось по сравнению с контрольным образцом. Количество кальция увеличилось в 3-4,5 раз, магния – в 1,8-2,5 раза, железа – в 1,4-1,7 раза, витамина В₁ – в 1,75-2,5 раза, витамина В₂ – в 3 раза. Именно этими микронутриентами богаты добавляемые кунжут и гороховая мука. Наибольшее содержание данных пищевых веществ определено в образцах № 3 и № 4. Важным является сравнение содержания пищевых веществ от суточной нормы произведенных для дефицитных в питании минеральных веществ.

Процент от суточной нормы содержания кальция составил: для контрольного образца – 3,93 %; для образца 1 – 13,75 %; для образца 2 – 13,8 %; для образца 3 – 17,98 %; для образца 4 – 17,57 %.

Процент от суточной нормы магния составил: для контрольного образца – 7,05 %; для образца 1 – 12,7 %; для образца 2 – 12,7 %; для образца 3 – 17 %; для образца 4 – 16,8 %.

Процент от суточной нормы железа составил: для контрольного образца – 12,14 %; для образца 1 – 19 %; для образца 2 – 17,14 %; для образца 3 – 20,35 %; для образца 4 – 20,7 %.

Сравнительный анализ данных представлен на рис. 1.

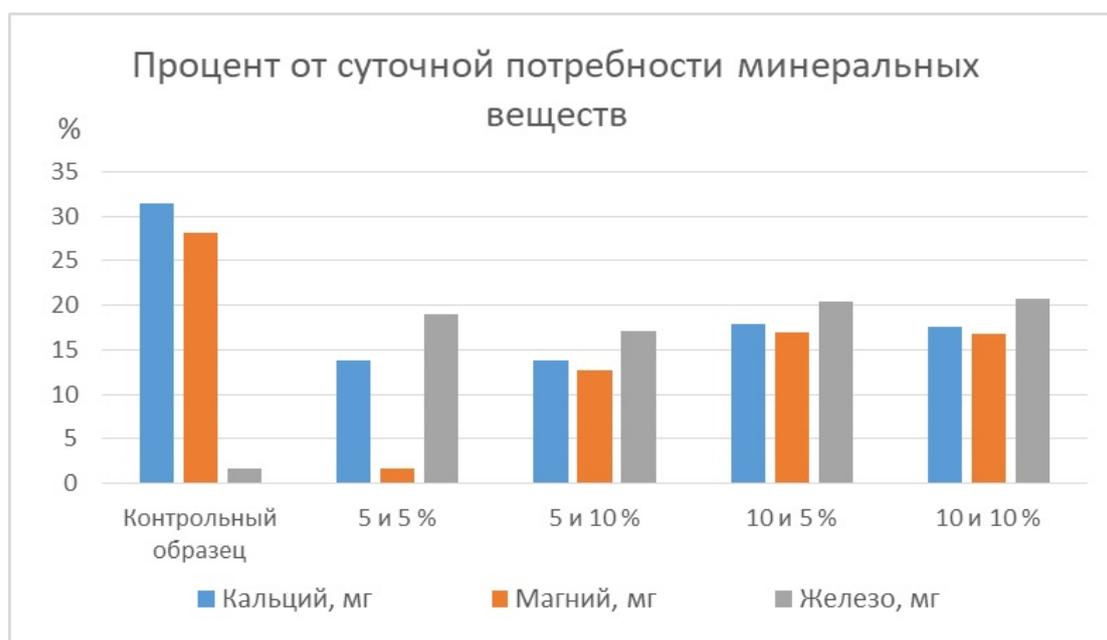


Рисунок 1. Процент от суточной потребности минеральных веществ

Таким образом, можно сделать вывод, что образцы № 3 и № 4 удовлетворяют суточную потребность в дефицитных минеральных веществах больше чем на 15%. При этом контрольный образец не удовлетворяет суточную потребность при потреблении 100 г рулета ни по одному дефицитному минеральному веществу.

Витаминный состав готового рулета представлен в основном витаминами группы В, при этом только для витамина В₂ процент от суточной нормы составил для всех 4-х образцов выше 15%: для контрольного образца – 6,9 %; для образца 1 – 20,6 %; для образца 2 – 20,0 %; для образца 3 – 21,3 %; для образца 4 – 20,0 %. Из этого следует, что образцы рулета с кунжутом и гороховой мукой можно считать функциональными по содержанию витамина В₂, так как они покрывают суточную потребность более чем на 15 %.

Скор всех аминокислот в каждом из образцов, включая и контрольный образец, составляет выше 100 %, белки являются полноценными. Также в исследуемых образцах увеличились значения практически всех незаменимых аминокислот, кроме лизина. Значения аминокислотного сгора рулетов с кунжутной и гороховой мукой приблизительно одинаковые, поэтому можно сказать, что все четыре образца имеют равную высокую биологическую ценность.

Влагоудерживающая и влагосвязывающая способность муки из семян кунжута и в гороховой муке высоки и способствуют повышению ВУС и ВСС в мясных рубленых массах [12, 13], что связано с высоким содержанием альбуминов с гидрофильными свойствами [14, 15]. Данные свойства повлияли на процент потерь изделий при тепловой обработке. Потери массы при тепловой обработке по сравнению с контрольным образцом уменьшились: на 11%, 17%, 15%, 22% для образцов № 1-4 соответственно. Включение растительных добавок ведет к упрочнению структуры и повышению степени удерживания влаги, связанное скорее всего с адсорбцией молекул воды белковыми компонентами и клейстеризацией крахмала, содержание которого в гороховой муке значительно. Графически потери массы показаны на рисунке 2.

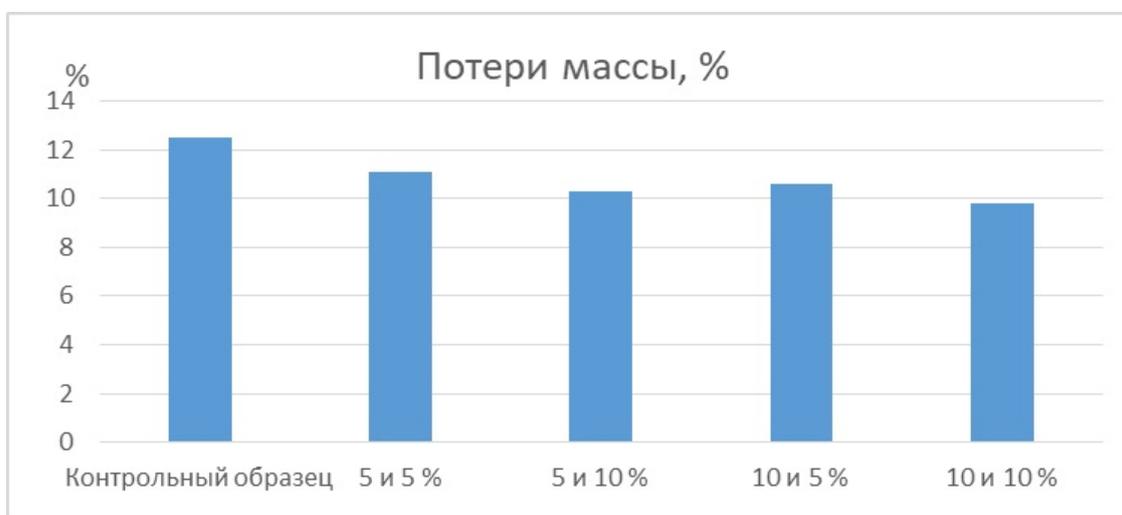


Рисунок 2. Потери массы при тепловой обработке исследуемых образцов

Органолептические показатели готовых рулетов изменялись под влиянием вносимых ингредиентов. Котлетная масса становилась более плотной по сравнению с контрольным образцом, кроме образца № 4, котлетная масса которого стала более рыхлой, но суховатой. Привкус добавок мало ощущался у образцов № 1 и № 3 с содержанием кунжутной муки 5%. Кунжутная мука придает легкий ореховый вкус, что не влияет отрицательно на мясной вкус. Добавление же гороховой муки в количестве 10% привносит вкус бобовых.

В целом, все образцы имели приемлемые органолептические показатели. Лучшим был признан образец рулета № 3 с содержанием 10% кунжутной и 5% гороховой муки.

Выводы

1. Спрос на мясорастительные альтернативные изделия растет, что стимулирует их совершенствование, т.к. эти изделия легче реализовывать в связи с аналогией с оригинальными продуктами.
2. Замена пшеничного хлеба в рулетах из котлетной массы влияла на сбалансированность состава готовых изделий по минеральным веществам. Более чем на 15 % была удовлетворена суточная потребность в дефицитных минералах: кальции, магнии и железе.
3. Благодаря использованию таких растительных ингредиентов, как кунжутная мука и гороховая мука, снижались потери массы при тепловой обработке по сравнению с контролем в образце № 1 с содержанием кунжутной и гороховой муки 5 и 5 % на 11 %, в образце № 2 с содержанием кунжутной и гороховой муки 5 и 10 % на 17%, в образце № 3 с содержанием кунжутной и гороховой муки 10 и 5 % на 15%, в образце № 4 с содержанием кунжутной и гороховой муки 10 и 10 % на 22%.
4. При введении растительных компонентов не было последствий для биологической ценности готовых образцов.
5. Образец № 3 с содержанием 10% кунжутной и 5% гороховой муки имел лучшие показатели пищевой ценности и приемлемые органолептические показатели.
6. Комбинирование кунжутной и гороховой муки для замены пшеничного хлеба в котлетной массе применимо и к другим изделиям, таким как котлеты, шницели, зразы и прочим.

Список литературы

1. Абдуллоев Ш.Х., Сатдыев Н. Влияние гороховой муки и сорбитола на качество рыбного фарша // Студенческая наука – взгляд в будущее. Материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции. Красноярск. 2023. С. 3-6.
2. Белоусова Е.В. Разработка технологии паштетов пониженной калорийности с гетерогенной жировой композицией, стабилизированной полисахаридами: дис. ... канд. технических наук. Ставрополь, 2018. 160 с.
3. Бочкарева З.А. Сравнительная характеристика мясных рубленых изделий с продуктами переработки овса // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 85-91.
4. Бронникова В.В. Влияние муки бобовых на качество мясорастительных изделий // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2015. № 5. С. 129-132.
5. Вайтанис М.А., Ходырева З.Р. Обогащение мясного фарша растительным сырьем // Современное состояние, перспективы развития молочного животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы международной научно-практической конференции. Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Институт международного образования. 2016. С. 200-202.
6. Корреляция содержания кальция в кунжуте в зависимости от его вида / М.Р. Быков, Е.С. Лобанова, В.А. Дударева, И.Г. Дядикова // Современные аспекты формирования зож у молодого поколения: сборник материалов всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых. 2019. С. 21-22.
7. Куликов Д.С. Комплексная биотехнологическая переработка гороховой муки с получением белковых концентратов: дис. ... канд. технических наук. Красково, 2023. 158 с.
8. Насонова В.В., Спиридонов К.И., Афанасьева Ю.И. Возможности использования растительных масел для производства мясной продукции // Ползуновский вестник. 2018. № 3. С. 69-73.
9. Наумова Н.Л., Лукин А.А., Люлькович В.С. Использование муки из семян кунжута в технологии мясного продукта // Ползуновский вестник. 2018. № 3. С. 41-45.

10. Применение белков кунжута в рецептуре кулинарных изделий / А.Альван, А.Д. Минова, З.Т. Бухтоярова, Н.А. Бугаец // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1999. № 2-3 (249-250). С. 109-110.
11. Разработка технологии вареных колбасных изделий с использованием семян кунжута / К.У. Кашкынбай, С. Алтайулы, А.Е. Куцова, М.Е. Смагулова // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 3-3. С. 52-56.
12. Самченко О.Н., Меркучева М.А. Рубленые полуфабрикаты с семенами масличных культур // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 4 (43). С. 83-89.
13. Штахова Т.А. Применение муки бобовых культур в технологии мясных рубленых полуфабрикатов повышенной биологической ценности: дис. ... канд. технических наук. Москва, 2008. 173 с.
14. Adebisi A.P., Aluko R.E. Functional properties of protein fractions obtained from commercial yellow field pea (*Pisum sativum* L.) seed protein isolate // Food Chemistry. 2011. Vol. 128. Pp. 902-908.
15. Atinuke O. Idowu, Adeola M. Alashi, Ifeanyi D. Nwachukwu, Tayo N. Fagbemi & Rotimi E. Aluko Functional properties of sesame (*Sesamum indicum* Linn) seed protein fractions // Food Production, Processing and Nutrition. 2021. Vol. 3. Article number: 4.

References

1. Abdulloev Sh.Kh., Satdiyev N. The effect of pea flour and sorbitol on the quality of minced fish. In the collection: Student science – a look into the future. Materials of the VIII All-Russian Student Scientific Conference. Krasnoyarsk, 2023, pp. 3-6.
2. Belousova E.V. Development of technology for low-calorie pates with a heterogeneous fat composition stabilized by polysaccharides. Diss. ... candidate of Technical Sciences: 05.18.04; Stavropol, 2018. 160 p.
3. Bochkareva Z.A. Comparative characteristics of minced meat products with oat processing products. Proceedings of the Samara State Agricultural Academy, 2015, no. 4, pp. 85-91.
4. Bronnikova V.V. The effect of legume flour on the quality of meat products. Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy, 2015, no. 5, pp. 129-132.
5. Vaitanis M.A., Khodyreva Z.R. Enrichment of minced meat with vegetable raw materials. In the collection: Current state, prospects for the development of dairy farming and processing of agricultural products. Materials of the international scientific and practical conference. Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institute of International Education named after 2016, pp. 200-202.
6. Correlation of calcium content in sesame depending on its type. M.R. Bykov, E.S. Lobanova, V.A. Dudareva, I.G. Dyadkova. In the collection: Modern aspects of personality formation of the younger generation. Collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference of students and young scientists, 2019, pp. 21-22.
7. Kulikov D.S. Complex biotechnological processing of pea flour to obtain protein concentrates. Dissertation of Candidate of technical Sciences: 4.3.5; Kraskovo, 2023. 158 p.
8. Nasonova V.V., Spiridonov K.I., Afanasyeva Yu.I. Possibilities of using vegetable oils for the production of meat products. Polzunovsky vestnik, 2018, no. 3, pp. 69-73.
9. Naumova N.L., Lukin A.A., Lyulkovich V.S. The use of sesame seed flour in meat product technology. Polzunovsky vestnik, 2018, no. 3, pp. 41-45.
10. Nasonova V.V., Spiridonov K.I., Afanasyeva Yu.I. Possibilities of using vegetable oils for the production of meat products. Polzunovskiy vestnik. 2018, 3, pp. 69-73.
11. Development of technology of boiled sausage products using sesame seeds. K.U. Kashkynbai, S. Altayuly, A.E. Kutsova, M.E. Smagulova. Scientific review. Pedagogical sciences, 2019, no. 3-3, pp. 52-56.
12. Samchenko O.N., Merkucheva M.A. Chopped semi-finished products with oilseeds. Technique and technology of food production, 2016, no. 4 (43), pp. 83-89.

13. Shtakhova T.A. The use of legume flour in the technology of minced meat semi-finished products of increased biological value. Dissertation of Candidate of Technical Sciences: 05.18.04, Moscow, 2008. 173 p.

14. Adebisi A.P., Aluko R.E. Functional properties of protein fractions obtained from commercial yellow field pea (*Pisum sativum* L.) seed protein isolate. *Food Chemistry*, 2011, vol. 128, pp. 902-908.

15. Atinuke O. Idowu, Adeola M. Alashi, Ifeanyi D. Nwachukwu, Tayo N. Fagbemi & Rotimi E. Aluko. Functional properties of sesame (*Sesamum indicum* Linn) seed protein fractions. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2021, vol. 3, article number: 4.

Информация об авторах

З.А. Бочкарева – кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых производств;

О.Н. Пчелинцева – кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых производств;

Е.И. Полосина – магистрант.

Information about the authors

Z.A. Bochkareva – Candidate of technical sciences, associate professor of the department food production;

O.N. Pchelintseva – Candidate of technical sciences, associate professor of the department food production;

E.I. Polosina – Master student.

Научная статья

УДК 664:614.3

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-25-33

ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕЕ СРЕДСТВО «ТРИГЕКСИЛОН» ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Галынкин Валерий Абрамович¹, Герасимов Владимир Николаевич²,
Краснов Константин Андреевич³, Кипрушкина Елена Ивановна⁴✉

¹РОСБИО, Санкт-Петербург, Россия

²Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии, Московская обл., Серпуховский р-н, пос. Оболенск, Россия

³Научно-клинический центр токсикологии имени академика С.Н. Голикова Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

⁴Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Россия

¹7731254@mail.ru

²ilcvngerasimov@obolensk.org

³krasnov_tox@mail.ru

⁴kipelena@yandex.ru✉

Аннотация. Системный подход в управлении качеством продукции позволяет гарантировать конечному потребителю безопасность. При возрастающих требованиях к качеству и ужесточении критериев безопасности важную роль играют рецептуры и технологии получения оригинальных дезинфицирующих средств нового поколения. Целью исследования являлось обоснование применения современного антисептического средства «Тригексилон» для санитарной обработки технологического оборудования, производственных помещений по переработке сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания. Приведены результаты исследований воздействия разработанного дезинфицирующего средства «Тригексилон», изготовленного на основе хлоргексидина биглюконата (ХГ) с включением в комплекс этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и хлорида цинка. Изучена биоцидная активность трехкомпонентного комплекса ХГ-ЭДТА-цинк в опытах *in vitro* в отношении микроорганизмов, являющихся возбудителями пищевых инфекций. При использовании микробиологических и электронно-микроскопических методов определен механизм действия дезинфицирующего средства. Установлено, что механизм инактивирования бактерий запускается в первые минуты дезобработки микробных клеток 5,0 % рабочим раствором дезинфицирующего средства. Потеря жизнеспособности всех клеток бактерий наблюдается к концу 60-90 мин инкубации, а полное отсутствие полноценных клеток в микробной популяции – через 90 мин. Показана целесообразность использования исследуемого дезинфицирующего средства в технологиях производства и переработки сельскохозяйственных продуктов.

Ключевые слова: дезинфицирующее средство (ДС), антимикробный эффект, микробиологическая безопасность

Для цитирования: Дезинфицирующее средство «Тригексилон» для обеспечения микробиологических показателей безопасности в технологиях хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов / В.А. Галынкин, В.Н. Герасимов, К.А. Краснов, Е.И. Кипрушкина // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 25-34. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-25-33>.

Original article

TRIHEXILON DISINFECTANT FOR ENSURING MICROBIOLOGICAL SAFETY INDICATORS IN TECHNOLOGIES OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Valery A. Galynkin¹, Vladimir N. Gerasimov², Konstantin A. Krasnov³, Elena I. Kiprushkina⁴✉

¹ROSBIO, St. Petersburg, Russia

²State Scientific Center of Applied Microbiology and Biotechnology, Moscow region, Serpukhov district, village Obolensk, Russia

³Scientific and Clinical Center of Toxicology named after academician S.N. Golikov Federal Medical and Biological Agency, St. Petersburg, Russia

⁴St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), St. Petersburg, Russia

¹7731254@mail.ru

²ilcvngerasimov@obolensk.org

³krasnov_tox@mail.ru

⁴kipelena@yandex.ru✉

Abstract. *With increasing quality requirements and stricter safety criteria, formulations and technologies for the production of original disinfectants of a new generation play an important role. The purpose of the study was to substantiate the use of the modern antiseptic agent "Trihexilon" for the sanitary treatment of technological equipment, production facilities for processing agricultural raw materials and food production. The results of studies of the effects of the developed disinfectant "Trihexilon", made on the basis of chlorhexidine bigluconate (HCG) with the inclusion of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and zinc chloride in the complex, are presented. The biocidal activity of the three-component HCG-EDTA-zinc complex was studied in in vitro experiments against microorganisms that are pathogens of food infections. The mechanism of action of the disinfectant has been determined using microbiological and electron microscopic methods. It was found that the mechanism of inactivation of bacteria is triggered in the first minutes of de-treatment of microbial cells with a 5.0% working solution of a disinfectant. The loss of viability of all bacterial cells is observed by the end of 60-90 minutes of incubation, and the complete absence of full-fledged cells in the microbial population is observed after 90 minutes. The expediency of using the investigated disinfectant in the technologies of production and processing of agricultural products is shown.*

Keywords: *disinfectant (DS), antimicrobial effect, microbiological safety*

For citation: «Trihexilon» disinfectant for ensuring microbiological safety indicators in technologies of storage and processing of agricultural products. V.A. Galynkin, V.N. Gerasimov, K.A. Krasnov, E.I. Kiprushkina. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 25-33. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-25-33>.

Введение

Дезинфицирующие средства повсеместно используют в технологиях переработки сельскохозяйственных продуктов, пищевой промышленности, медицинской практике, в быту и многих других областях деятельности человека для снижения микробиологического риска. От эффективности защитного действия дезинфицирующего средства к санитарно-показательным микроорганизмам в условиях производственных цехов решается проблема гигиены питания, зависит безопасность готового пищевого продукта, срок его годности.

Дезинфекция – неотъемлемая часть технологического процесса на всех этапах производства. Для обеспечения показателей качества и безопасности готовых продуктов питания важен микробиологический контроль сырья, оборудования, рабочей зоны производства. Чаще всего встречаются возбудители смешанных инфекций, грамотрицательные микроорганизмы среди них более устойчивы к действию большинства применяемых дезинфицирующих средств. В процессе санитарной обработки должны быть инактивированы все предположительно присутствующие патогенные микроорганизмы для устранения микробиологических рисков [1, 8].

В связи с адаптивностью ряда условно-патогенной и патогенной микрофлоры, для обеспечения микробиологической безопасности сырья, технологических процессов и гото-

вой продукции, выполнения требований санитарных норм необходимы инновации в разработке и токсикологических исследованиях новых рецептур дезинфицирующих и антисептических средств.

При разработке новых формул дезинфицирующих средств важно установить механизмы ингибирующего воздействия активного вещества на нежелательную микрофлору. Чаще всего оцениваются деструктивные повреждения клеточной стенки, цитоплазматической мембраны, нарушение метаболизма. Использование хлорсодержащих соединений приводит к окислительным процессам белков. Кроме того, активный хлор помимо высокой летучести, вызывающей аллергические реакции рабочего персонала, воздействует деструктивно на различные покрытия, поверхности. Также из-за резкого запаха для дезинфекции пищевого оборудования хлорсодержащие соединения не применяются. Поверхностно-активные вещества, входящие в состав целого ряда дезинфицирующих средств, повреждают цитоплазматическую мембрану микроорганизмов [3, 5, 10, 12]. Препараты для санитарных обработок на основе высокомолекулярных производных гуанидина разрушительны для клеточных мембран микроорганизмов, создают гидрофобные пленки, плохо смываются водой. Известны дезинфицирующие средства на основе третичных алкиламинов, воздействующих деградирующе на структурные компоненты клеток [6]. Ряд дезинфицирующих препаратов имеют узкий спектр действия, высокую стоимость, отсутствие производства компонентов на территории РФ.

К числу наиболее известных антисептиков и дезинфицирующих средств относится хлоргексидин (1,6-ди-[бис-(4-хлорфенил)бигуанидо]гексана биглюконат), который уже более 60 лет применяют в медицинской, ветеринарной и бытовой практике; до настоящего времени он остается одним из самых востребованных антисептических агентов и дезинфектантов [7]. Препарат приобрел популярность благодаря своей высокой бактерицидной активности в отношении широкого спектра грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, включая грибы, а также за счет способности сохранять высокую активность при соприкосновении с различными биологическими субстратами. Молекула хлоргексидина состоит из двух симметричных хлорфенилзамещенных бигуанидовых групп, соединенных гидрофобной гексаметиленовой цепочкой, при физиологическом значении pH существует в виде бикатиона [13]. Механизм антимикробного действия хлоргексидина, как и у большинства катионных антисептиков, реализуется на уровне клеточной мембраны. Хлоргексидин является активным началом целого ряда дезинфицирующих препаратов. Вместе с тем хлоргексидин обладает рядом существенных недостатков [13, 14]. В частности, при комнатной температуре он практически не действует на бактериальные споры и поэтому малоэффективен против спорообразующих патогенов. Кислотоустойчивые микроорганизмы преодолевают антимикробный эффект хлоргексидина. Основной проблемой используемых моюще-дезинфицирующих и дезинфицирующих средств является появление резистентных микробиальных штаммов. Долгое время считалось, что устойчивость микроорганизмов к хлоргексидину не вырабатывается, но в настоящее время существуют данные исследований, которые опровергают это мнение [13]. Однако антисептическая активность хлоргексидина может быть увеличена за счет его использования в комбинации с другими химическими средствами.

Целью исследования являлось обоснование применения современного антисептического средства «Тригексилон» для санитарной обработки технологического оборудования, производственных помещений по переработке сельскохозяйственного сырья и производства продуктов питания.

Материалы и методы исследований

Бихелатный трехкомпонентный комплекс «Тригексилон» с вирулицидным и бактерицидным действием разработан ООО «РОСБИО» (Россия) [2].

Проводили изучение особенностей взаимодействия препарата «Тригексилон» с клетками патогенной микрофлоры, исследование его обеззараживающей активности на тест-

поверхностях, тест-объектах, контаминированных бактериями синегнойной палочки (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853), бактериями золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus* 906), бактериями кишечной палочки (*Escherichia coli* 1257). Тестовые культуры депонированы в коллекции музея ФБУН ГНЦ ПМБ, являются санитарно-показательными микроорганизмами, регламентированы в пищевой промышленности при оценке микробиологической безопасности пищи. Оценка инактивации условно-патогенной и патогенной микрофлоры в присутствии препарата «Тригексилон» осуществлялась по результатам мониторинга длительности выживаемости тестируемых бактерий. Исследование проводили с использованием микробиологических и электронно-микроскопических методов на базе ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора в 2022-23 гг.

Для приготовления рабочих суспензий бактерий суточных культур смывали стерильным физиологическим раствором и разбавляли до концентрации 1×10^{10} кл/см³. Бактерицидную эффективность дезинфицирующего средства «Тригексилон» определяли суспензионным методом [11].

Обеззараживающие свойства ДС оценивали по наличию или отсутствию роста тестовых микроорганизмов в жидкой и плотной питательных средах *in vitro*. Сравнение проводили с контролем: посев тест-микроорганизмов в питательную среду без добавления ДС «Тригексилон».

Для оценки антимикробного действия и установления эффективности дезинфицирующего средства использован метод исследования и оценки бактерицидной активности дезинфицирующих средств и субстанций в соответствии с «Р 4.2.3676-20. 4.2. Биологические и микробиологические факторы. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Руководство» (утв. Роспотребнадзором 18.12.2020).

Определение степени нарушения первоначальной ультраструктуры (повреждения клеточных структур) микроорганизмов оценивали методом электронной микроскопии. В основе метода определения степени нарушения структуры и изменения в органоидах бактерий лежит изучение ультратонких срезов образцов и оценка состояния отдельных микроорганизмов биомассы с помощью набора цитоструктурных критериев [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования в просвечивающем электронном микроскопе тонкой структуры средства «Тригексилон» показали, что исходный препарат и его рабочие растворы имеют сложную структуру. Исследуемое средство – дезинфектант двухфазной дисперсной системы без запаха, состоящий из жидкой опалесцирующей фазы и твердой. Твердая фракция дисперсной фазы представлена свободно распределенными в поле зрения структурными образованиями неопределенной формы диаметром 3-150 нм и многочисленными агрегатами частиц.

При изучении активности ХГ-ЭДТА-цинкового комплекса *in vitro* сравнивалась структура микробной популяции бактерий *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 до воздействия дезинфектантом (в контроле) (рис.1) и через 30 мин после воздействия дезинфектантом (рис.2). Установлено, что механизм повреждения и гибели бактерий запускается в первые минуты после начала обработки микробных клеток 5,0 % рабочим раствором дезинфицирующего средства. Потеря жизнеспособности всех клеток бактерий наблюдается к концу 60-90 -минутной инкубации (микробиологический метод). Титр культуры *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 после 30 мин обработки 5,0 % раствором снижается примерно на 30 % и составляет $1,5 \times 10^7$ кл/см³ (титр исходной культуры $1,0 \times 10^{10}$ кл/см³). Полное разрушение микроорганизмов наблюдается после 90 мин инкубации с дезинфицирующим препаратом.

Клетки с неповрежденной клеточной стенкой – интактные клетки характеризуются непрерывным, трехслойным контуром внешней и цитоплазматической мембраны, клеточная стенка плотно прилегает к протопласту. Максимальное содержание неповрежденных клеток

в структуре микробной популяции до обработки исследуемым дезинфицирующим средством составляет 91%.

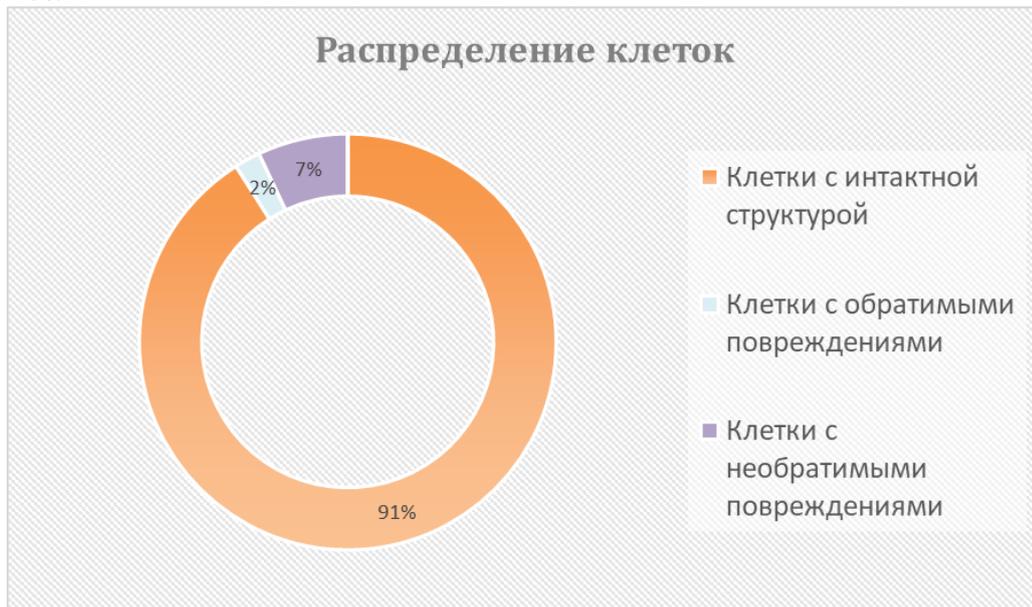


Рисунок 1. Структура микробной популяции бактерий *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 до воздействия дезинфектантом (в контроле)

Динамика уменьшения неповрежденных клеток культуры *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 позволяет установить характер биоцидной активности защитного препарата: через 30 мин воздействия дезинфектантом количество интактных клеток составляло только 5%, что свидетельствует о проникновении дезинфицирующего средства «Тригексилон» через плазматическую мембрану. Полное отсутствие неповрежденных клеток *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 выявлено через 90 мин времени воздействия дезинфицирующего средства.



Рисунок 2. Структура микробной популяции бактерий *Ps. aeruginosa* ATCC 27853 через 30 мин воздействия дезинфектантом

Электронно-микроскопические изображения ультратонких срезов бактерий *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 через 30 мин воздействия 5% раствором средства «Тригексилон» представлены на рис.3. Выявлено разрушение клеток, которое начинается с повреждения внешней и цитоплазматической мембран, или полное разрушение клеточной оболочки бактерий [9].

Структурные образования, обнаруженные с помощью просвечивающего электронного микроскопа в дезинфицирующем средстве «Тригексилон», относятся к хелатному трехкомплексу хлоргексидин-ЭДТА-цинк. Об этом свидетельствует отсутствие частиц и агрегатов частиц на электронно-микроскопических изображениях контрольных образцов дезинфицирующего средства «Хлоргексидин» без добавления комплексообразователя, следовательно, не содержащих хелатно-хлоргексидиновых комплексов. Стабильность тройного хелатного комплекса ХГ-ЭДТА-Zn можно объяснить внутримолекулярным солеобразованием, в результате чего катионные и анионные фрагменты в данной системе стехиометрически уравновешивают друг друга, образуя в сумме электронейтральную молекулу.

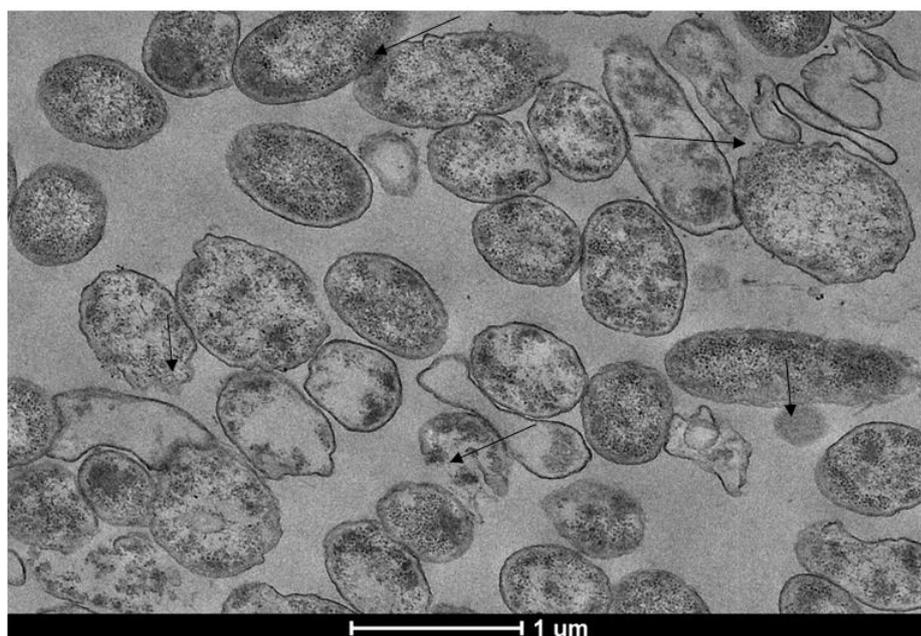


Рисунок 3. Электронно-микроскопические изображения ультратонких срезов бактерий *Ps.aeruginosa* ATCC 27853 через 30 мин воздействия 5% раствором средства «Тригексилон». Клетки с разрывом клеточной оболочки указаны стрелкой. Увеличение на микрофотографии 35000 крат

Также представлены диапазоны концентрационно-временных параметров обеззараживания поверхностей, изделий медицинского назначения и различных объектов и материалов, контаминированных грамотрицательными и грамположительными бактериями, возбудителей особо опасных инфекций, регламентируемых в пищевой промышленности.

Оценка эффективности дезинфицирующего препарата «Тригексилон» без разбавления показала (табл.1), что для поверхностей тары, инвентаря, посуды, технологического пищевого оборудования, изделий медицинского назначения, обсеменённых *E.coli*, шт.1257, *S.aureus*, шт. 906, *P.aeruginosa*, шт. ATCC 27853, время обработки составило от 0,5 до 2 мин. Использование концентрации рабочего раствора ДС от 2% до 5% приводило к значительному (99, 99%) снижению бактериальной обсемененности при 30 мин времени его экспозиции на тестируемых поверхностях технологического оборудования и производственных помещений, что может быть рекомендовано для их профилактической обработки.

Бактерицидное воздействие исследуемого средства в разбавленном виде в концентрации раствора 1,0% гарантирует антимикробный барьер при времени экспозиции 60 мин.

Таблица 1. Эффективность дезинфицирующего средства «Тригексилон» при обеззараживании тест-объектов, контаминированных возбудителями бактериальных инфекций

Объекты обеззараживания	Оценка биоцидной активности дезинфектанта в зависимости от концентрации раствора ДС (%) и времени экспозиции (мин)		
	<i>E. coli</i> 1257	<i>S. aureus</i> 906	<i>P.aeruginosa</i> ATCC 27853
Поверхности различных объектов	1,0% – 60 мин	1,0% – 60 мин	1,0% – 60 мин
	2,0% – 30 мин	2,0% – 30 мин	2,0% – 30 мин
	без разбавления – 0,5 мин	без разбавления – 0,5 мин	без разбавления – 0,5 мин
Изделия медицинского назначения	3,0% – 90 мин	3,0% – 90 мин	3,0% – 60 мин
	4,0% – 60 мин	4,0% – 60 мин	5,0% – 30 мин
	без разбавления – 2 мин	без разбавления – 2 мин	без разбавления – 2 мин
Технологическое оборудование	3,0% – 60 мин	3,0% – 60 мин	3,0% – 60 мин
	5,0% – 30 мин	5,0% – 30 мин	5,0% – 30 мин
	без разбавления – 2 мин	без разбавления – 2 мин	без разбавления – 2 мин

Механизм действия средства «Тригексилон» на бактериях, по всей вероятности, связан с взаимодействием молекул и/или наночастиц дезинфектанта с клеточной оболочкой бактерий. Взаимодействие молекул дезинфектанта с карбоксильными группами аминокислот и кислых полисахаридов внешней мембраны оболочек приводит к блокированию основных функций клеточных оболочек, к повреждению цитоплазматической мембраны, а затем разрывам в клеточной оболочке, деструкции цитоплазмы и нуклеоида.

Выводы

1. Результаты электронно-микроскопического и микробиологического мониторинга выживаемости свидетельствуют о полном разрушении клеток тестовых патогенных штаммов в зависимости от концентрации раствора бихелатного комплекса и времени экспозиции.

Установлено, что механизм повреждения и гибели бактерий запускается в первые минуты после начала обработки микробных клеток 5,0 % рабочим раствором дезинфицирующего средства. Потеря жизнеспособности всех клеток бактерий наблюдается к концу 60-90 минутной инкубации (микробиологический метод), а полное отсутствие интактных клеток в микробной популяции – через 90 мин (электронно-микроскопическое исследование).

2. При использовании ДС в разбавленном виде эффективность обеззараживания наблюдалась в концентрации растворов от 1,0% и выше при времени экспозиции 30; 60 и 90 мин.

3. Проведенные исследования показывают перспективность использования хелатного трехкомплекса хлоргексидина основания, этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и хлорида цинка в составе препарата «Тригексилон» для санитарной обработки технологического оборудования, производственных помещений по переработке сельскохозяйственного сырья и производству продуктов питания с целью снижения микробиологических рисков и обеспечения микробиологической безопасности, может успешно конкурировать с методами санации при повышении резистентности микробных штаммов к существующим дезинфицирующим средствам. При применении «Тригексилон» не образуются плёнки на обработанной поверхности, не происходит коррозии технологического оборудования, обеспечивается высокий уровень гигиены и санитарии производства.

Список источников

1. Азизов Б.М. Производственная санитария и гигиена труда. Москва: Инфра-М, 2018. 349 с.
2. Галынкин В.А. и др. Антимикробная и вирулицидная активность трехкомпонентного комплекса хлоргексидин – ЭДТА-цинк / В.А. Галынкин, А.Х. Еникеев, Е.П. Подольская, А.С. Гладчук, Т.И. Виноградова, Н.В. Заболотных, М.З. Догонадзе, К.А. Краснов // Медицина Экстремальных ситуаций. 2022. № 1. С.43-50.
3. Герасимов В.Н. и др. Морфофункциональные особенности высокочувствительных к дезинфицирующим средствам бактерий *Escherichia coli* K-12 при воздействии дезинфицирующего средства «Тотус» / В.Н. Герасимов, А.Е. Конев, Н.Б. Роганова, Р.Л. Гутерман, А.И. Комарова, Н.В. Киселева, Е.В. Быстрова, Ю.В. Герасимова, С.А. Котов, М.В. Храмов // Бактериология. 2017. № 2(2). С. 59-65.
4. Герасимов В.Н. и др. Возможности трансмиссионной электронной микроскопии в оценке качества клеток бактерий и микробной популяции / В.Н. Герасимов, Н.Н. Маринина, Г.Г. Харсеева, О.С. Щербатая // Клиническая лабораторная диагностика. 2022. Т. 67. № 4. С. 237-244.
5. Девитаева А.А., Леонов С.В., Лазарева М.В. Оценка бактерицидности дезинфицирующих средств методом Аржакова (в модификации) // Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета «Вопросы ветеринарной науки и практики». Новосибирск, 2019. С. 22-24.
6. Диденко Л. В. и др. Изучение механизма действия третичных алкиламинов на клинических изолятах *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* / Диденко Л.В., Кардаш Г.Г., Смирнова Т.А., Толордава Э.Р., Зубашева М.В., Куршин Д.А., Емшанов О.В. // Дезинфекционное дело. 2015. № 1. С. 32-36.
7. Зверьков А.В., Зузова А.П. Хлоргексидин: прошлое, настоящее и будущее одного из основных антисептиков. Антимикробные препараты. 2013. № 15 (4). С. 279-85
8. Королев А.А. Микробиология, физиология питания, санитария и гигиена. Москва: Академия, 2018. 288 с.
9. Крученок Т.Б. Перспективы развития исследований по механизму действия дезинфицирующих средств // Теория и практика дезинфекции и стерилизации. 1983. С. 8-11.
10. Мартинчик А.Н. Микробиология, физиология питания, санитария и гигиена. Москва: Академия, 2017. 406 с.
11. Методы лабораторных исследований и испытаний медикопрофилактических дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности: Руководство. Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 615 с.
12. Сeregин И. Г., Никитченко Д.В., Абдуллаева А.М. О болезнях пищевого происхождения// Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2015. № 4. С.101-107.
13. Jones CG. Chlorhexidine: is it still the gold standard? // Periodontol. 1997. No. 15. Pp. 55-62.
14. Junco-Lafuente M.P., Baca-García P., Mesa-Aguado F.L. Utilización de la clorhexidina en la prevención oral de pacientes de la tercera edad // Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España. 2001. No. 6. Pp. 81-89.

References

1. Azizov B.M. Industrial sanitation and occupational hygiene // Moscow: Infra-M, 2018. 349 p.
2. Galynkin V.A. et al. Antimicrobial and viricidal activity of the three-component chlorhexidine – EDTA-zinc complex. V.A. Galynkin, A.H. Enikeev, E.P. Podolskaya, A.S. Gladchuk, T.I. Vinogradova, N.V. Zabolotnykh, M.Z. Dogonadze, K.A. Krasnov. Medicine of Extreme situations, 2022, no. 1, pp. 43-50.

3. Gerasimov V.N. et al. Morphofunctional features of Escherichia coli K-12 bacteria highly sensitive to disinfectants when exposed to the disinfectant «Totus». V.N. Gerasimov, A.E. Konev, N.B. Roganova, R.L. Guterman, A.I. Komarova, N.V. Kiseleva, E.V. Bystrova, Yu.V. Gerasimova, S.A. Kotov, M.V. Khramov. *Bakteriologiya*, 2017, no. 2(2), pp. 59-65.
4. Gerasimov V.N. et al. Possibilities of transmission electron microscopy in assessing the quality of bacterial cells and microbial population. V.N. Gerasimov, N.N. Marinina, G.G. Kharseeva, O.S. Shcherbataya. *Clinical laboratory diagnostics*, 2022, vol. 67, no. 4, pp. 237-244.
5. Devitaeva A.A., Leonov S.V., Lazareva M.V. Evaluation of the bactericidal activity of disinfectants by the Arzhakov method (in modification). Proceedings of the scientific and practical conference of teachers, graduate students, undergraduates and students of the Faculty of Veterinary Medicine of Novosibirsk State Agrarian University «Issues of veterinary science and practice», 2019, pp. 22-24.
6. Didenko L. V. et al. Studying the mechanism of action of tertiary alkylamines on clinical isolates of Escherichia coli and Staphylococcus aureus. Didenko L.V., Kardash G.G., Smirnova T.A., Tolordava E.R., Zubasheva M.V., Kurshin D.A., Yemshanov O.V. *Disinfection business*, 2015, no. 1, pp. 32-36.
7. Zverkov A.V., Zuzova A.P. Chlorhexidine: the past, present and future of one of the main antiseptics. *Antimicrobial drugs*, 2013, no. 15 (4), pp. 279-85
8. Korolev A.A. *Microbiology, physiology of nutrition, sanitation and hygiene*. Moscow: Akademiya Publ., 2018. 288 p.
9. Kruchenok T.B. Prospects for the development of research on the mechanism of action of disinfectants. *Theory and practice of disinfection and sterilization*, 1983, pp. 8-11.
10. Martinchik A.N. *Microbiology, physiology of nutrition, sanitation and hygiene*. Moscow: Akademiya Publ., 2017. 406 p.
11. *Methods of laboratory research and testing of medical preventive disinfectants to assess their effectiveness and safety: Guidelines*. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Russian Consumer Supervision, 2010. 615 p.
12. Seregin I. G., Nikitchenko D.V., Abdullayeva A.M. On diseases of food origin. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry*, 2015, no. 4, pp.101-107.
13. Jones CG. Chlorhexidine: is it still the gold standard? *Periodontol*, 1997, no. 15, pp. 55-62.
14. Junco-Lafuente M.P., Baca-García P., Mesa-Aguado F.L. Utilización de la clorhexidina en la prevención oral de pacientes de la tercera edad. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*, 2001, no. 6, pp. 81-89.

Информация об авторах

- В.А. Галынкин** – доктор технических наук, академик РАН, заместитель исполнительного директора по научной работе;
- В.Н. Герасимов** – доктор биологических наук, заведующий отделом дезинфектологии;
- К.А. Краснов** – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник;
- Е.И. Кипрушкина** – доктор технических наук, профессор кафедры технологии микробиологического синтеза.

Information about the authors

- V.A. Galynkin** – Doctor of technical sciences, RANH academician, deputy executive director for scientific work;
- V.N. Gerasimov** – Doctor of biological sciences, head of department of disinfectology;
- K.A. Krasnov** – Candidate of chemical sciences, leading researcher;
- E.I. Kiprushkina** – Doctor of technical sciences, professor of the department of microbiological synthesis technology.

Научная статья

УДК 664.8

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-34-40

БИОХИМИЧЕСКАЯ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НУТОВЫХ КОТЛЕТ

Дубровина Ольга Алексеевна^{1✉}, Зубкова Татьяна Владимировна²,
Гулидова Валентина Андреевна³

^{1,2,3} Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Липецкая обл., Елец, Россия

¹laboratoria101@mail.ru✉

²zubkovatanua@ya.ru

³guli49@yandex.ru

Аннотация. Нут является основной бобовой культурой в рационе потребителей в странах Африки и Азии, но до сих пор практически отсутствует в рационе жителей средней полосы РФ. Пищевая ценность культуры неоспорима, потребление 100 г нута может удовлетворить суточную потребность в макро- и микроэлементах. Зерно нута является отличным источником белков, углеводов, клетчатки, обладает низким содержанием липидов, что способствует решению некоторых проблем при сердечно - сосудистых заболеваниях, диабете 2 типа, при контроле веса, непереносимости молочного белка и других пищевых проблемах. Таким образом, нут является многообещающим ценным и полезным сырьем для разработки новых продуктов питания. В связи с этим целью данной работы было приготовление котлет на основе зерна нута. В задачи исследований входила разработка рецептуры и технологической схемы производства нуттовых котлет, получение информации о пищевой ценности продукта и вкусовых достоинствах. Производство котлет осуществлялось в агропромышленном институте ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И. А. Бунина» в 2023 году. По итогам дегустации общая оценка котлет на основе нута составила 4,96 баллов из 5 возможных. По физико-химическим показателям произведенный продукт соответствовал техническому регламенту ТР ТС 021/2011, массовая доля сухих веществ в продукте составила 64,6 %, титруемая кислотность 1,2%, сырой протеин – 6,38 %. Калорийность продукта 134,8 ккал в 100 г продукта. Рентабельность производства нуттовых котлет составила 40,2%. Таким образом, благодаря приведенной пищевой ценности и экономическим расчетам можно рекомендовать разрабатываемый продукт к применению.

Ключевые слова: нут, рецептура, котлеты, дегустация, пищевая ценность, качество

Для цитирования: Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Гулидова В.А. Биохимическая и органолептическая оценка нуттовых котлет // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2 (32). С. 34-40. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-32-40>.

Original article

BIOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC EVALUATION OF CHICKEAT CUTLETSP

Olga A. Dubrovina^{1✉}, Tatyana V. Zubkova², Valentina A. Gulidova³

^{1,2,3}Bunin Yelets State University, Lipetsk region, Yelets, Russia

¹laboratoria101@mail.ru✉

²zubkovatanua@ya.ru

³guli49@yandex.ru

Abstract. Chickpeas are the main legume crop in the diet of consumers in African and Asian countries, but are still practically absent from the diet of residents of central Russia. The nutritional value of the crop is undeniable; consumption of 100 g of chickpeas can satisfy the daily requirement for macro and microelements. Chickpea grain is an excellent source of protein, carbohydrates, fiber, and has a low lipid content, which helps solve some problems with cardiovascular diseases, type 2 diabetes, weight control, milk protein intolerance and other nutritional problems. Thus, chickpeas are a promising valuable and useful raw material for the development of new food products. In this regard, the goals of this work were to prepare cutlets based on chickpea grain. The objectives of the research included developing a recipe and technological scheme for the production of chickpea cutlets, obtaining information about the nutritional value of the prod-

uct and its taste. The production of cutlets was carried out at the Agro-Industrial Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "YSU named after. I. A. Bunin" in 2023. Based on the results of the tasting, the overall rating of chickpea-based cutlets was 4.96 points out of 5 possible. According to physical and chemical indicators, the produced product complied with the technical regulations TR CU 021/2011, the mass fraction of dry substances in the product was 64.6%, titratable acidity 1.2%, crude protein 6.38%. The calorie content of the product is 134.8 kcal per 100g of product. The profitability of chickpea cutlet production was 34.8%. Thus, thanks to the given nutritional value and economic calculations, the product under development can be recommended for use value and economic calculations, the product under development can be recommended for use.

Keywords: chickpeas, recipe, cutlets, tasting, nutritional value, quality

For citation: Dubrovina O.A., Zubkova T.V., Gulidova V.A. Biochemical and organoleptic evaluation of chickpea cutlets. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 32-40. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-32-40>.

Введение

Аналитический обзор научно-технической информации показывает, что в ближайшие годы будут востребованы нетрадиционные и инновационные продукты, позиционирующиеся как продукты для здорового питания [4, 8].

Движущий фактор в создании продуктов питания нового поколения принадлежит экологически безопасным продуктам растительного происхождения. Большой интерес в этом направлении представляет нут. Нут является основной бобовой культурой в рационе потребителей в странах Африки и Азии, но до сих пор практически отсутствует в рационе жителей средней полосы РФ.

Нут – ценная пищевая культура, потребление 100 г нута может удовлетворить суточную потребность в макроэлементах. Сырые семена нута (100 г) в среднем содержат около 5,0 мг/100 г Fe; 4,1 мг/100 г Zn; 138 мг/100 г Mg и 160 мг/100 г Ca; 10,2 мкг/г Al; 0,12 мкг/г Cr; 0,26 мкг/г Ni. В нуте присутствует Se (8,2мкг/100г), важный в питательном отношении незаменимый микроэлемент. Нут относительно хороший источник фолиевой кислоты в сочетании с более скромным количеством водорастворимых витаминов, таких как рибофлавин (B₂) – 0,29-0,49 мг/100 г; пантотеновая кислота (B₅) – 1,02-1,09 мг/100 г и пиридоксин (B₆) – 0,38-0,60 мг/100 г, и эти уровни аналогичны или выше, чем в других бобовых. В нуте содержатся важные каротиноиды: β-каротин (40-46 мг/кг), лютеин, зеаксантин, β-криптоксантин, ликопин и α-каротин. Зерно нута является отличным источником белков, углеводов, клетчатки, обладает низким содержанием липидов, что способствует решению некоторых проблем при сердечнососудистых заболеваниях, диабете 2 типа, при контроле веса, непереносимости молочного белка и других пищевых проблемах [1, 5, 6, 10].

Таким образом, нут является многообещающим ценным и полезным ингредиентом для разработки новых продуктов питания [2, 3, 7, 9]. В связи с этим целью данной работы было приготовление котлет на основе зерна нута, их сравнение с контролем на основе органолептических и пищевых показателей. В задачи исследований входило: 1) разработка рецептуры и технологической схемы производства нуттовых котлет; 2) получение информации о пищевой ценности продукта и его вкусовых достоинствах; 3) расчет рентабельности производства нуттовых котлет.

Материалы и методы исследований

В качестве проектируемого продукта были выбраны котлеты, как самый известный продукт, который любят миллионы людей и регулярно употребляют в повседневном рационе. Производство котлет осуществлялось в агропромышленном институте ФГБОУ ВО «ЕГУ им. И.А. Бунина» в 2023 году. Для получения нуттовых котлет использовали вызревшие семена нута (без повреждений и порчи). При разработке рецептуры и технологической карты учитывали требования к сырью в соответствии ГОСТ 31987-2012 «Котлета из овощей, вырабатываемая объектом общественного питания». В качестве контроля была принята котлета картофельная. Модельная рецептура и цена за единицу продукта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Рецепт и цена за единицу продукта

Наименование сырья	Контроль (картофельная котлета)		Нутовые котлеты	
	нетто, г	цена, руб	нетто, г	цена, руб
Нут	-	-	200	46
Картофель	200	7	-	-
Лук репчатый свежий	-	-	20	4,40
Мука пшеничная хлебопекарная (высший сорт), г	50	4,45	50	4,45
Зелень укропа, г	-	-	10	5,70
Кориандр молотый, г	-	-	0,3	0,70
Зира молотая, г	-	-	0,3	0,60
Чеснок, шт	-	-	1	3,50
Перец черный молотый, г	-	-	0,2	0,10
Масло сливочное, г	50	50	-	-
Соль пищевая, г	10	0,10	10	0,10
Масса полуфабриката	310		310	
Масло растительное	20	4	20	4
Итого		Σ=65,55		Σ=69,55

Технологическая карта производства нутовых котлет включает подготовку зерна нута и ингредиентов, формирование котлет. Подготовка нута включает: промывку зерна, замачивание его в течение 12 часов, отваривание набухшего зерна в течение 50-60 минут, охлаждение, измельчение приготовленных семян нута с помощью блендера до пастообразного состояния. Подготовка ингредиентов (зелени, лука, чеснока) заключается в очистке, мойке, измельчении. Перед формированием котлет полученную нутовую пасту смешали с измельченными зеленью, луком, чесноком, добавили специи и соль, тщательно перемешали, добавили к нутовому фаршу 50 мл нутового отвара (aquafaba), внесли муку и сформировали из полученной массы котлеты.

Для контрольного варианта картофель варился отдельно и затем взбивался в пюре с добавлением сливочного масла.

Изделия обжаривались на растительном масле до образования румяной корочки с обеих сторон. Технологическая схема производства нутовых котлет представлена на рисунке 1.

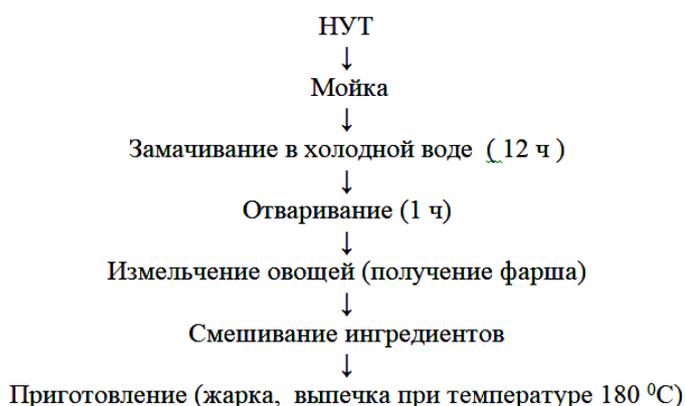


Рисунок 1. Технологическая схема производства нутовых котлет

Определение пищевой и энергетической ценности готовых изделий проводилось в соответствии с действующей нормативной документацией. Определения органолептических показателей по ГОСТ 8756.1-2017. Содержание массовой доли сухих веществ определяли термогравиметрическим методом по ГОСТ 33977-2016. Содержание массовой доли жира оп-

ределяли по ГОСТ Р 54607.5-2015. Определение титруемой кислотности по ГОСТ ISO 750-2013. Содержание массовой доли поваренной соли определяли по ГОСТ 26186-84. Содержание белка определяли по ГОСТ 25011- 81.

Результаты исследований и их обсуждение

Для выявления потенциального спроса на разработанный продукт был использован метод приемлемости и предпочтения (ГОСТ 8756.1-2017). Для этого была создана комиссия из числа сотрудников и студентов ЕГУ им. Бунина.

Органолептические показатели качества изделий оценивались по 5-балльной шкале (табл. 2). По результатам органолептической оценки по наивысшей шкале отмечены такие показатели качества полученного изделия, как внешний вид, цвет, запах. Консистенцию продукта 20% из дегустаторов оценили в 4 балла, такая же оценка была поставлена и контрольному образцу. Несмотря на приятный вкус и аромат, главный вызов всех растительных альтернатив традиционному мясу – это вкус. По этому показателю мнения дегустаторов разделились, 100% членов комиссии оценили нутовые котлеты по 5 баллов из 5 возможных, а в контрольном образце 20% дегустаторов поставили по 4 балла, сославшись на то, что всё-таки вкус картофельных котлет обычный, свойственный продукту. По итогам дегустации общая оценка котлет на основе нута составила 4,96 балла из 5 возможных, картофельных – 4,82 балла.

Таблица 2. Результаты органолептической оценки котлет

Показатели качества изделия	Нут	Баллы	Картофель	Баллы
Внешний вид (форма)	Прямоугольно-приплюснутая, без трещин	5,0	прямоугольно-приплюснутая, без трещин	5,0
Консистенция	Однородная, рыхлая	4,8	Мягкая, однородная	4,8
Цвет	Желто-зеленый с вкраплениями	5,0	Светло-кремовый с вкраплениями зелени	5,0
Запах	Приятный, легкий аромат чеснока и продуктов, входящих в блюдо	5,0	Аромат картофеля	4,8
Вкус	Приятный, слабый привкус бобовых	5,0	Свойственный данному виду продукта	4,5
Средний балл		4,96		4,82

Анализ представленных в таблице 3 данных показывает, что содержание сухих веществ в образцах котлет существенно не различается и коррелирует с контрольным образцом $67,3\pm 0,37\%$ и $64,6\pm 0,24\%$ (см. табл. 3).

Таблица 3. Физико-химический состав котлет (на 100 г продукта)

Физико-химические показатели овощных котлет	Контроль (картофельная котлета)	Котлета из нута	При $p \leq 0,5$
Массовая доля сухих веществ, %	$67,3\pm 0,37$	$64,6\pm 0,24$	1,50
Массовая доля жира, %	$7,21\pm 0,12$	$5,77\pm 0,09$	0,43
Сырой протеин, %	$5,09\pm 0,06$	$6,37\pm 0,09$	0,20
Сырая клетчатка, %	$5,14\pm 0,03$	$11,72\pm 0,04$	0,12
Углеводы, %	$7,92\pm 0,10$	$5,02\pm 0,06$	5,10
Кислотность, % (в пересчете на яблочную кислоту)	$0,12\pm 0,03$	$0,2\pm 0,07$	0,012
Массовая доля поваренной соли, %	$0,8\pm 0,03$	$0,9\pm 0,03$	0,08
Энергетическая ценность, ккал	150,2	134,8	

По показателю жирности между вариантами выявлена разница, этот показатель варьируется от 7,21 до 5,77%. Обнаруженное более высокое содержание жира в картофельной котлете объясняется добавлением сливочного масла при приготовлении пюре и снижение содержания влаги в котлетах при обжаривании.

Самой важной составной частью зерна нута являются легкоусвояемые белки. Это свойство передалось и в готовый продукт, наблюдалась тенденция значительного увеличения сырого протеина в новом продукте – на 1,28%, по отношению к контролю.

Клетчатка – следующий компонент, изучаемый в составе овощных котлет. Результаты исследования показали, что котлеты на основе нута значительно увеличили содержание клетчатки, до 11,72% против 5,14 % в контроле, что говорит о положительном применении нута как источника пищевых волокон.

Значительная разница наблюдалась между контролем и изучаемым вариантом в содержании углеводов. Диапазон между вариантами составил 2,9%.

По таким физико-химическим показателям, как титруемая кислотность и содержание поваренной соли, данный продукт соответствует требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011.

Калорийность продуктов рассчитана, исходя из химического состава котлет, на калькуляторе калорийности готовых блюд. Она составила в 100 г картофельной котлеты 150,2 ккал, в котлете из нута – 134,8 ккал. Оценка экономической эффективности является основным показателем целесообразности производства продукции (табл. 4).

Таблица 4. Экономическая эффективность производства котлет

Показатели	Контроль (картофельная котлета)	Котлета из нута
Стоимость сырья, руб.	65,55	69,55
Прочие затраты, руб.	15,0	15,0
Себестоимость, руб.	80,55	84,55
Цена, руб.	120,0	160,0
Прибыль, руб.	39,45	75,45
Рентабельность, %	49,0	89,2

Все расчеты производили на порцию 500 г. В структуре экономической эффективности производства котлет наибольший вес занимает основное сырьё – семена нута, зелень и специи. Калькуляция ингредиентов представлена в таблице 4.

Приведенные расчеты позволяют сделать заключение об эффективности производства нутовых котлет и рекомендовать разрабатываемый продукт к применению.

Выводы

1. Нутовые котлеты продемонстрировали высокий потенциал по питательным и органолептическим свойствам. Аналитический результат эксперимента показал, что в биохимическом составе котлет из нута выявлено значительное увеличение сырого белка и сырой клетчатки при снижении содержания углеводов и калорийности продукта относительно контрольного варианта.

2. Уникальность представленной рецептуры нутовых котлет состоит в том, что для изготовления используется натуральное экологически чистое сырье.

3. При равных затратах на сырье и производство продукции выявлен высокий ценовой эквивалент на нутовые котлеты, который в сетевых продовольственных магазинах прямо пропорционально сказался на рентабельности готовых изделий, увеличив ее на 40,2 % относительно контроля.

Список источников

1. Бобовые культуры – перспективное сырье для пищевой промышленности / С.Д. Божко, Т.А. Ершова, А.Н. Чернышева, А. М. Черногор // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2020. № 2. С. 59-64.
2. Гребенникова Ю.Д., Бондарькова Е.Ю., Суркова С.А. Новый тип рубленых полуфабрикатов с использованием антиоксиданта и нутового экструдата // Аграрно-пищевые инновации. 2021. № 1(13). С. 89-99.
3. Лупова Е.И., Питюрина И.С. Использование муки бобовых культур в технологии мясных рубленых изделий // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть II. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. С. 63-67.
4. Обогащенный нутовый экструдат – функциональный ингредиент для создания новых продуктов питания / И.Ф. Горлов, И.С. Данелян, Е.В. Карпенко, Е.Ю. Злобина // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 1 (1). С. 76-79.
5. Рамазаева Л.Ф., Казанцева И.Л. Инновации и перспективы производства и применения продуктов переработки нута (обзор) // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 3. С. 67-71.
6. Решетник Е.И., Порохова Т.Ю. Использование нута в производстве продуктов питания // Состояние и перспективы развития наилучших доступных технологий специализированных продуктов питания: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященный 60-летию со дня окончания Омского сельскохозяйственного института (ОмСХИ), академиком РАН, д-ром техн. наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ, лауреатом Премии Правительства РФ Храмцовым Андреем Георгиевичем, Омск, 30 мая 2019 года / Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2019. С. 220-222.
7. Технология производства мясных рубленых изделий повышенной пищевой ценности с использованием муки бобовых культур / И.С. Питюрина, М.В. Евсенина, Т.В. Зубкова, О.А. Дубровина // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 4(30). С. 50-58.
8. Boukid F. Chickpea protein (*Cicer arietinum* L.) as a promising ingredient of plant origin: a review // International Journal of Food Science and Technology. 2021. Vol. 56. No. 11. P. 5435-5444.
9. Gonzalez I. S. et al. Chickpeas (*Garbanzos*) Its nutritional and economic value // Journal of Economics and Finance IOSR. 2016. Vol. 7. No. 4. Pp. 01-06.
10. Khevrik V. et al. Analysis of the prospects for using chickpea seeds for the production of functional food ingredients // Technological audit and production reserves. 2020. Vol. 4. No. 3. P. 54.

References

1. Legumes – promising raw materials for the food industry. S.D. Bozhko, T.A. Ershova, A.N. Chernysheva, A.M. Chernogor. Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products, 2020, no. 2, pp. 59-64.
2. Grebennikova Yu.D., Bondarkova E.Yu., Surkova S.A. New type of chopped semi-finished products using antioxidant and chickpea extrudates. Agricultural and food innovations, 2021, no. 1(13), pp. 89-99.
3. Lupova E.I., Pityurina I.S. The use of legume flour in the technology of minced meat products. Contribution of university agricultural science to the innovative development of the agro-industrial complex: Materials of the 70th International Scientific and Practical Conference, Ryazan, May 23, 2019. Vol. Part II. Ryazan: Ryazan State Agrotechnological University named after. P.A. Kostycheva, 2019, pp. 63-67.

4. Enriched chickpea extrudate – a functional ingredient for creating new food products. I.F. Gorlov, I.S. Danielyan, E.V. Karpenko, E.Yu. Zlobina. Agricultural and food innovations, 2018, no. 1 (1), pp. 76-79.

5. Ramazaeva L.F., Kazantseva I.L. Innovations and prospects for the production and use of chickpea processing products (review). Storage and processing of agricultural raw materials, 2011, no. 3, pp. 67-71.

6. Reshetnik E.I., Porokhova T.Yu. Use of chickpeas in food production. State and prospects for the development of the best available technologies for specialized food products: Collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 60th anniversary of graduation from the Omsk Agricultural Institute (Omskhi), Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences. Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, laureate of the Government Prize of the Russian Federation Andrey Georgievich Khramtsov, Omsk, May 30, 2019. Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2019, pp. 220-222.

7. Technology for the production of minced meat products of high nutritional value using legume flour. I.S. Pityurina, M.V. Evsenina, T.V. Zubkova, O.A. Dubrovina. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2023, no. 4(30), pp. 50-58.

8. Boukid F. Chickpea protein (*Cicer arietinum* L.) as a promising ingredient of plant origin: a review. International Journal of Food Science and Technology, 2021, vol. 56, no. 11, pp. 5435-5444.

9. Gonzalez I. S. et al. Chickpeas (*Garbanzos*) Its nutritional and economic value. Journal of Economics and Finance IOSR, 2016, vol. 7, no. 4, pp. 01-06.

10. Khevrík V. et al. Analysis of the prospects for using chickpea seeds for the production of functional food ingredients. Technological audit and production reserves, 2020, vol. 4, no. 3, p. 54.

Информация об авторах

О.А. Дубровина – кандидат биологических наук, доцент кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

Т.В. Зубкова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

В.А. Гулидова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Information about the authors

O.A. Dubrovina – Candidate of biological sciences, associate professor of the department of agricultural technologies, storage and processing of agricultural products;

T.V. Zubkova – Candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agricultural technologies, storage and processing of agricultural products;

V.A. Gulidova – Doctor of agricultural sciences, professor of the department of agricultural technologies, storage and processing of agricultural products.

Научная статья

УДК 641.13

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-41-48

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В КРАХМАЛСОДЕРЖАЮЩЕМ СЫРЬЕ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ

Ильдирова Светлана Климентовна^{1✉}, Кусова Ирина Урузмаговна²,
Федотова Нелля Анатольевна³

^{1,2,3}Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

¹ildirovask@mgupp.ru✉

²kusovaiu@mgupp.ru

³fedotovana@mgupp.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы по решению проблемы сокращения длительности процесса производства хлебобулочных изделий за счет разработки ускоренных технологий дрожжевого теста, что позволит увеличить экономический эффект производства. Одним немаловажным фактором успешного производства хлебобулочных изделий является рациональное использование вторичного сырья, что позволит разработать безотходное производство и решить вопрос по ресурсосберегающим программам. Поэтому материал статьи является актуальным. На современном этапе наиболее распространенное направление в производстве дрожжевого теста для хлебобулочных изделий является поиск источников простых углеводов из вторичных продуктов переработки картофеля, предварительно измельченного и замороженного. Данное сырье было использовано в технологии дрожжевого теста для хлебобулочных изделий, а также исследовано и обосновано влияние низкотемпературной обработки крахмалсодержащего сырья на количественное накопление редуцирующих сахаров, таких как фруктоза, глюкоза, низкомолекулярных декстриновых веществ. Также авторами в статье представлены результаты исследования по накоплению амилозы и амилопектина в картофельном соке в зависимости от длительности низкотемпературной обработки. Определены экспериментальные зависимости количества амилозы и амилопектина от длительности выдержки вторичных продуктов переработки картофеля при различных температурах.

Ключевые слова: сахарозаменитель, крахмалсодержащее сырье, абсорбционная спектроскопия, оптическая плотность, спектральная зависимость

Для цитирования: Ильдирова С.К., Кусова И.У., Федотова Н.А. Исследование зависимости содержания полисахаридов в крахмалсодержащем сырье от длительности низкотемпературной обработки // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 41-48. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-41-48>.

Original article

STUDY OF THE DEPENDENCE OF POLYSACCHARIDES CONTENT IN STARCH-CONTAINING RAW MATERIALS ON THE DURATION OF LOW TEMPERATURE PROCESSING

Svetlana K. Ildirova^{1✉}, Irina U. Kusova², Nellia A. Fedotova³

^{1,2,3}Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

¹ildirovask@mgupp.ru✉

²kusovaiu@mgupp.ru

³fedotovana@mgupp.ru

Abstract. The issues of solving the problem of reducing the duration of the bakery production process through the development of accelerated yeast dough technologies, which will increase the economic effect of

production are discussed in this article. One important factor in the successful production of bakery products is the rational use of secondary raw materials, which will allow us to develop waste-free production and solve the issue of resource-saving programs. At the current stage the most common direction in the production of yeast dough for bakery products is the search for sources of simple carbohydrates from processed products of pre-crushed and frozen potato processing. This raw material was used in the technology of yeast dough for bakery products, and the effect of low-temperature processing of starch-containing raw materials on the quantitative accumulation of reducing sugars such as fructose, glucose, low molecular weight dextrin substances was investigated and justified. The authors also present the results of a study on the accumulation of amylose and amylopectin in potato juice, as well as how it depends on the duration of low-temperature processing. Experimental dependences of the amount of amylose and amylopectin on the duration of exposure of secondary potato processing products at different temperatures have been determined.

Keywords: sugar substitute, starch-containing raw material, absorbing spectroscopy, absorbency, spectral dependence

For citation: Ildirova S.K., Kusova I.U., Fedotova N.A. Study of the dependence of polysaccharides content in starch-containing raw materials on the duration of low temperature processing. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 41-48. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-41-48>.

Введение

На сегодня хлебопекарная промышленность Российской Федерации имеет большое значение, в первую очередь для поддержки социальной стабильности в обществе, ведь ее продукция удовлетворяет потребности всех слоев населения [1]. Следует отметить, что процесс производства хлебобулочных изделий является достаточно длительным, поэтому разработка ускоренных технологий позволит значительно сократить время приготовления хлебобулочных изделий [8-10]. Наряду с этим проблема рационального использования промышленного вторичного сырья и создания безотходных технологий очень остро стоит в концепции создания ресурсосберегающих технологий [6,7].

Поэтому актуальным является вопрос разработки принципиально новых ускоренных технологий хлебобулочных изделий с использованием натурального сырья.

Анализ литературных источников показал, что в последние годы широкое распространение получила разработка ускоренных технологий производства хлебобулочных изделий за счет введения дополнительных ингредиентов или дополнительных операций [2, 3, 5].

Исследуя эту проблему, мы решили сразу, как минимум, три задачи:

- рациональное использование вторичного сырья;
- поиск новой технологии получения сахарозаменителя из крахмалсодержащего сырья;
- использование полученной добавки в технологии дрожжевого теста.

Нами были проведены исследования о влиянии вторичных продуктов переработки картофеля на качественные показатели теста, и доказана эффективность их использования в среде предварительной активации дрожжей. Все исследования проводились в лаборатории Российского биотехнологического университета на протяжении последних двух лет.

Известно, что крахмал – это полисахарид, состоящий из амилозы и амилопектина, мономером которых является α -глюкоза. При взаимодействии крахмала с йодом образуются окрашенные (светопоглощающие) соединения: амилоза приобретает синюю окраску, а амилопектин – сине-фиолетовую. Содержание амилозы и амилопектина пропорциональны интенсивностям соответствующих полос поглощения [3, 4].

Целью данного исследования являлось определение содержания полисахаридов в крахмалсодержащем сырье от низкотемпературной обработки методом абсорбционной спектроскопии в видимом диапазоне длин волн.

Предметом исследования стали промышленные вторичные продукты переработки картофеля, подвергнутые замораживанию и последующей сушке.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- обоснование и исследование влияния низкотемпературной обработки на количественное накопление редуцирующих сахаров в крахмалсодержащем сырье;

- определение зависимости количества амилозы и амилопектина в картофельном соке от длительности низкотемпературной обработки;
- определение зависимости количества амилозы и амилопектина в картофельном соке при различных температурах.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в лаборатории Российского биотехнологического университета на протяжении последних двух лет (2022-2023 гг.).

Из вышеизложенного следует, что оптическая плотность пропорциональна концентрации молекул в растворе:

$$D = \ln\left(\frac{I_0}{I}\right) \cdot \mu \cdot c \cdot x, \quad (1)$$

где

D – оптическая плотность;

I_0 – интенсивность излучения, падающего на слой вещества;

I – интенсивность излучения, прошедшего через слой вещества;

μ – молярный коэффициент поглощения;

c – концентрация вещества в растворе;

x – длина оптического пути.

Выражение (1) позволяет экспериментально определить содержание полисахаридов в картофельном соке прямым спектрофотометрическим методом в видимом диапазоне длин волн.

Для образования окрашенного соединения использовали реакцию крахмала с йодом. Образцы продуктов реакции (крахмала с йодом) изготавливали для измерений в виде плоскопараллельного слоя водной суспензии толщиной 0,1 мм, расположенного между окнами из кварца.

В случае суспензий, когда в бесцветном растворе (дисперсионная среда) находится твёрдое окрашенное вещество, распределенное в виде мельчайших частичек во взвешенном состоянии (дисперсная фаза), необходимо учитывать изменение интенсивности прошедшего излучения за счет его рассеяния частицами дисперсной фазы, а также прохождение излучения без взаимодействия с ними.

Регистрацию спектров пропускания проводили при комнатной температуре $T_{\text{комн}} = 293$ К с помощью спектрометра PGS-2 (Carl Zeiss).

Результаты исследований и их обсуждение

На рисунке 1 приведены спектральные зависимости оптической плотности образцов: контрольного и выдержанного при температуре $T = 268$ К в течение 3, 6, 9 и 12 часов.

Из рисунка 1 видно, что в диапазоне длин волн от 340 до 850 нм спектральные зависимости оптической плотности $D(\lambda)$ образцов состоят из полос поглощения с максимумами вблизи 450, 580 и 680 нм и полос поглощения при длинах волн менее 400 и более 800 нм. С увеличением длительности выдержки образца при температуре 268 К спектральная зависимость оптической плотности при пропускании понижается, что соответствует уменьшению количества амилозы и амилопектина в образцах сока картофеля.

Если принять, что поглощение и рассеяние излучения частицами дисперсной фазы являются независимыми процессами, то с учетом поглощения дисперсионной среды измеренная спектральная зависимость оптической плотности такой системы $D_{\text{и}}(\lambda)$, рассчитанная по выражению (1), будет равна сумме спектральной зависимости оптической плотности, обусловленной светорассеянием ($D_{\text{р}}(\lambda)$), и спектральной зависимости оптической плотности, обусловленной поглощением ($D_{\text{п}}(\lambda)$):

$$D_{\text{и}}(\lambda) = D_{\text{п}}(\lambda) + D_{\text{р}}(\lambda), \quad (2)$$

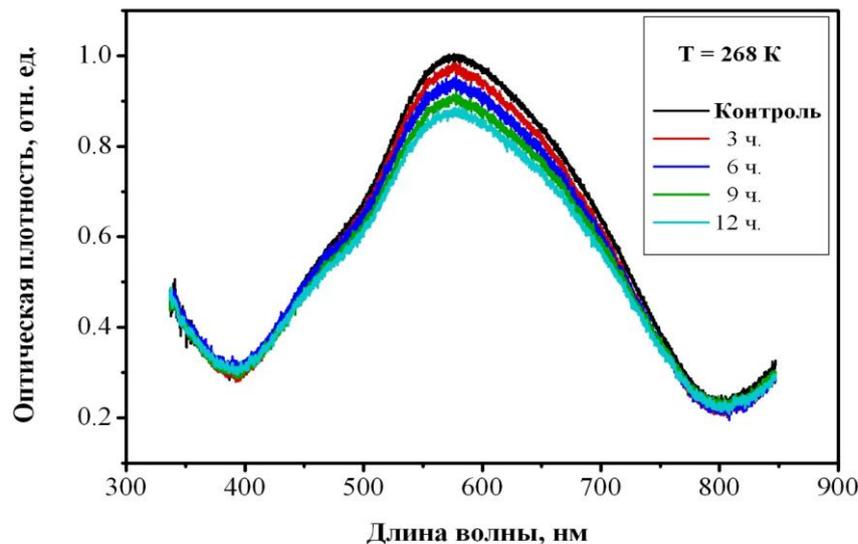


Рисунок 1. Зависимость оптической плотности образцов сока картофеля от времени выдержки

Тогда, в соответствии с выражением (2), для нахождения спектральной зависимости оптической плотности, связанной с поглощением дисперсного слоя суспензии, необходимо из измеренной спектральной зависимости оптической плотности вычесть спектральную зависимость оптической плотности, связанной с рассеянием.

С увеличением размеров частиц интенсивность рассеяния становится обратнопропорциональной длине волны в степени меньшей, чем четвертая, и на практике используют эмпирические зависимости. Например, Геллер предложил выразить оптическую плотность на длине волны λ формулой 3:

$$D = \alpha \cdot \lambda^{-n}, \quad (3)$$

где

α – константа, не зависящая от длины волны;

n – показатель степени, зависящий параметрическим образом от соотношения между размером рассеивающей частицы и длиной волны падающего света.

Разложение спектральных зависимостей оптической плотности $D(\lambda)$ выполняли при помощи линий гауссовой формы с аппроксимирующей функцией в виде:

$$y = y_0 + \frac{A}{w \cdot \sqrt{\pi}/2} \exp\left(-2 \cdot \frac{(x - xc)^2}{w^2}\right), \quad (4)$$

где

y_0 – уровень фона;

A – площадь под кривой;

w – ширина кривой на половине ее высоты;

xc – x -координата положения максимума кривой.

Тогда суммарная кривая S линий спектрального разложения будет иметь вид:

$$y = \sum_{i=1}^N \left(y_{0i} + \frac{A_i}{w_i \cdot \sqrt{\pi}/2} \exp\left(-2 \cdot \frac{(x - xc_i)^2}{w_i^2}\right) \right). \quad (5)$$

Спектральный анализ проводили в области максимальной чувствительности спектрального прибора в диапазоне длин волн от 390 до 800 нм, где измерения являются наиболее достоверными.

Пример разложения спектральной зависимости оптической плотности $D(\lambda)$ контрольного образца, выдержанного при температуре $T = 268$ К в течение 12 часов, приведен на рисунке 2.

Сплошными линиями показаны линии разложения спектральной зависимости оптической плотности контрольного образца. Пунктирными линиями показаны линии разложения спектральной зависимости оптической плотности образца, выдержанного при температуре $T = 268$ К в течение 12 часов.

На рисунке 2 видно, что в диапазоне длин волн от 390 до 800 нм спектральные зависимости оптических плотностей $D(\lambda)$ образцов разлагаются на линии 1, 2 и 3.

Параметры линий разложения спектров контрольного образца приведены в таблице 1.

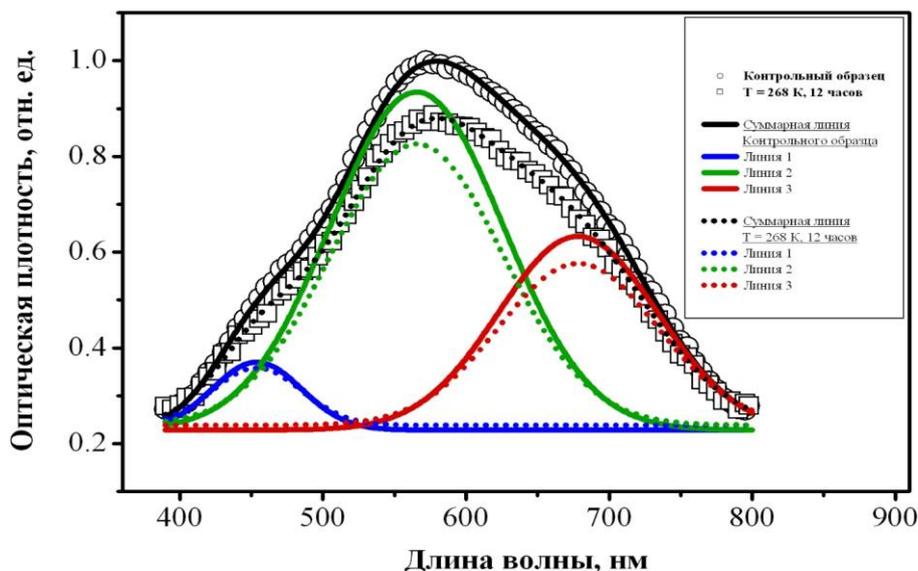


Рисунок 2. Разложение спектральной зависимости оптической плотности $D(\lambda)$ контрольного образца, выдержанного при температуре $T = 268$ К в течение 12 ч

Линия 2 (максимум при 565.62078 нм в табл. 1) на рисунке 2 отнесена к полосе поглощения комплексов амилопектина, а линия 3 (максимум при 678.33333 нм в табл. 1) – к полосе поглощения комплексов амилозы. Поскольку количества амилозы и амилопектина пропорциональны интенсивностям соответствующих линий, то становится возможным экспериментальное определение содержания амилозы и амилопектина в картофельном соке в зависимости от длительности выдержки картофеля при данной температуре. Образец с неизвестным содержанием амилопектина и амилозы сравнивался с эталонным образцом с известной концентрацией.

Таблица 1. Параметры линий разложения спектров контрольного образца

Параметр	Линия 1	Линия 2	Линия 3
y_0		0.22856	
x_c	453.9748	565.62078	678.33333
w	62.11596	120.43943	111.07838
A	11.04372	106.58256	56.32813

Изменение содержания амилозы и амилопектина в зависимости от длительности выдержки вторичных продуктов переработки картофеля при температурах 268, 255 и 233 К приведены на рисунке 3.

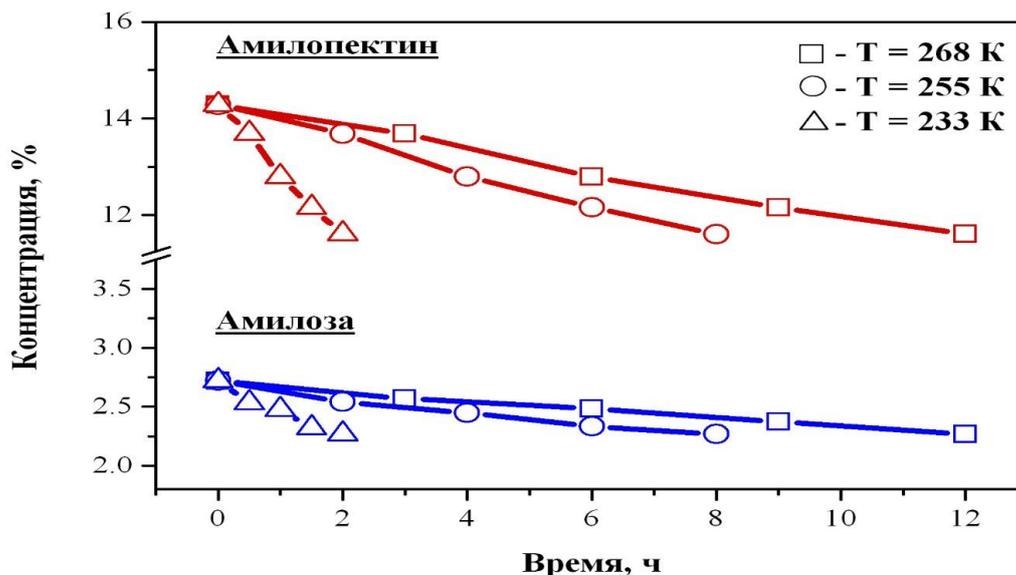


Рисунок 3. Содержание амилозы и амилопектина в картофельном соке в зависимости от длительности низкотемпературной обработки

В результате анализа спектров пропускания суспензий продуктов реакции картофельного сока с йодом определены экспериментальные зависимости количества амилозы и амилопектина в зависимости от длительности выдержки картофеля при температурах 268, 255 и 233 К.

Выводы

1. В диапазоне длин волн от 340 до 850 нм спектральные зависимости оптической плотности $D(\lambda)$ образцов состоят из полос поглощения с максимумами вблизи 450, 580 и 680 нм и полос поглощения при длинах волн менее 400 и более 800 нм.
2. Определена зависимость влияния температуры на редуцирующие сахара: чем ниже температура предварительной обработки, тем интенсивнее проходит процесс распада крахмальных полисахаридов с образованием глюкозы, мальтозы и низкомолекулярных декстринов. В результате анализа спектров пропускания суспензий продуктов реакции картофельного сока с йодом определено, что наибольшее количество амилозы и амилопектина в зависимости от длительности выдержки картофеля при температуре 268 К.
3. Образовавшиеся конечные продукты распада крахмальных полисахаридов выступают в качестве субстанции для активизации дрожжевых клеток на стадии брожения при производстве дрожжевого теста.
4. Было доказано, что предварительная активация дрожжей позволяет значительно сократить процесс образования и расстойки дрожжевого теста за счет введения в дрожжевую суспензию субстанции, состоящей из глюкозы, мальтозы и низкомолекулярных декстринов.

Список источников

1. Васюкова А.Т. и др. Влияние составных компонентов рецептуры на качество дрожжевого теста /А.Т. Васюкова, Т.С. Жилина, О.А. Хлебникова, А.И. Беленков, В.Ф. Пучкова // Известия ТСХА. 2013. № 5. С. 101-113.
2. Вершинина О.Л. Новая технология улучшенных хлебобулочных изделий с использованием муки, полученной из овсяного корня / О.Л. Вершинина, Ю.Ф. Росляков, В.В. Гончар// Инновационные технологии в пищевой промышленности. 2015. С. 28-31.

3. Зайцева Т.Н. Физико-химические показатели теста для мучных кулинарных изделий, обогащенного мукой грецкого ореха / Т.Н. Зайцева, Е.Е. Ходакова, Ю.В. Мироманова // Молодой ученый. 2016. № 12 (116). С. 275-278.
4. Золотова Ю.А. Основы аналитической химии / Ю.А.Золотова // Практическое руководство под редакцией Ю.А. Золотова. Москва: Высшая школа, 2004. 135 с.
5. Изучение потенциала обогащающих ингредиентов в технологии хлебобулочных изделий с улучшенными экологическими характеристиками / Н.М. Дерканосова, О.А. Василенко, С.А. Шеламова, Ю.Н. Пономарева // Механизация и автоматизация технологических процессов в сельском производстве: сборник национальной научно-практической конференции. Воронеж, 2020. С. 21-24.
6. Орешенкова Е.Г. Спектральный анализ / Е.Г. Орешенкова. Москва: Высшая школа. 1982. 358 с.
7. Патент РФ 2486754. Способ предварительной активации прессованных дрожжей для приготовления теста / Хмелевская А.В., Швец Д.В., Темираев Р.В. и др. // Заявл. 12.12.2011, опубл. 10.07.2013.
8. Патент РФ 2325057. Способ улучшения качества пшеничного хлеба и хлебобулочных изделий / Медведев А.Е., Мелешкина Е.П., Меньшенин А.И. // Заявл. 24.11.2005, опубл. 27.05.2007.
9. Патент РФ 2352117. Способ приготовления дрожжевого теста / Лутошина Л.А., Старых В.С., Ликстанов М.И. // Заявл. 20.01.2006, опубл. 20.04.2009.
10. Разработка рецептур хлебобулочных изделий с улучшенным химическим составом / Т.Н. Тертычная, Е.А. Высоцкая, И.В. Мажулина, В.С. Агибалова // Наука, образование и инновации в современном мире. 2018. С. 153-157.

References

1. Vasyukova A.T. et al. The influence of the constituent components of the formulation on the quality of yeast dough. A.T. Vasyukova, T.S. Zhilina, O.A. Khlebnikova, A.I. Belenkov, V.F. Puchkova. News TSKhA, 2013, no. 5, pp. 101-113.
2. Verzhinina O.L., Roslyakov Yu.F., Gonchar V.V. New technology of improved bread and bakery products using flour obtained from oat root. Innovative technologies in the food industry, 2015, pp. 28-31.
3. Zaitseva T.N., Khodakova E.E., Miromanova Yu.V. Physico-chemical parameters of the temperature for flour culinary products enriched with walnut flour. Young scientist, 2016, no. 12 (116), pp. 275-278.
4. Zolotova Yu.A. Fundamentals of analytical chemistry. Practical guide edited by Yu.A. Zolotov. Moscow: Higher School Publ., 2004. 135 p.
5. Studying the potential of enriching ingredients in the technology of bakery products with improved environmental characteristics. N.M. Derkanosova, O.A. Vasilenko, S.A. Shelamova, Yu.N. Ponomareva. Collection of the national scientific and practical conference: Mechanization and automation of technological processes in agriculture production, 2020, pp. 21-24.
6. Oreshenkova E.G. Spectral analysis. Moscow: High school Publ., 1982. 358 p.
7. Patent of the Russian Federation 2486754. A method of preliminary activation of compressed yeast for dough preparation. Khmelevskaya A.V., Shvets D.V., Temiraev R.V. et al. Application 12.12.2011, publ. 10.07.2013.
8. Patent of the Russian Federation 2325057. A method for improving the quality of wheat bread and bakery products. Medvedev A.E., Meleshkina E.P., Menshenin A.I. Application 24.11.2005, publ. 27.05.2007.
9. Patent of the Russian Federation 2352117. The method of preparing yeast dough. Lutoshkina L.A., Sarykh V.S., Likstanov M.I. Application 20.01.2006, publ. 20.04.2009.

10. Development of recipes for bakery products with improved chemical composition. T.N. Tertychnaya, E.A. Vysotskaya, I.V. Mazhulina, V.S. Agibalova. Science, education and innovations in the modern world, 2018, pp. 153-157.

Информация об авторах

С.К. Ильдирова – кандидат технических наук, доцент кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса;

И.У. Кусова – кандидат технических наук, заведующий кафедрой индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса;

Н.А. Федотова – кандидат технических наук, доцент кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса.

Information about the authors

S.K. Ildirova – Candidate of technical sciences, associate professor at the department of food industry, hotel business and service;

I.U. Kusova – Candidate of technical sciences, head of the department of food industry, hotel business and service;

N.A. Fedotova – Candidate of technical sciences, associate professor at the department of food industry, hotel business and service.

Научная статья

УДК664.691/.694:664.863.813

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-49-57

ВЛИЯНИЕ СПИРУЛИНЫ И НАТУРАЛЬНОГО ТЫКВЕННОГО СОКА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ХЛЕБНЫХ ПАЛОЧЕК

**Котельникова Марина Николаевна¹, Асадова Маргарита Григорьевна²,
Калужских Александр Геннадьевич³**

^{1,2}Курский Государственный Аграрный Университет, Курск, Россия

³Курский Юго-Западный Государственный Университет, Курск, Россия

¹marinaf_84@mail.ru

²margo-asadova2012@yandex.ru

³alex.kaluzhskih@yandex.ru

Аннотация. Производство продуктов питания с различными нетрадиционными добавками растительного и животного происхождения в настоящее время является актуальной задачей. Главной целью пищевого производства является не только удовлетворение потребности человека, но и улучшение пищевой и энергетической ценности продукта. Создание хлебобулочных изделий функционального, профилактического назначения, имеющих повышенную пищевую и биологическую ценность, – одно из приоритетных направлений развития в области производства пищевых продуктов. Значительное внимание уделяется использованию в хлебопечении нетрадиционных видов сырья, содержащих антиоксиданты, витамины, макро- и микроэлементы, которые имеют положительный эффект на здоровье человека. Однако добавление новых ингредиентов требует тщательного исследования их влияния на технологический процесс и потребительские свойства продукта, а также возможности решения с их помощью других проблем хлебопекарной отрасли. Цель работы – изучение возможности использования порошка водоросли спирулины в технологии приготовления хлебных палочек. Изучено воздействие таких добавок, как водоросль спирулина (в виде порошка) и тыквенного сока с мякотью на органолептические и физико-химические показатели качества хлебных палочек.

Ключевые слова: хлебные палочки, тыквенный сок, спирулина

Для цитирования: Котельникова М.Н., Асадова М.Г., Калужских А.Г. Влияние спирулины и натурального тыквенного сока на показатели качества хлебных палочек // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. №2(32). С. 49-57. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-49-57>.

Original article

THE EFFECT OF SPIRULINA AND NATURAL PUMPKIN JUICE ON THE QUALITY OF BREADSTICKS

Marina N. Kotelnikova¹, Margarita G. Asadova², Alexander G. Kaluzhskikh³

^{1,2}Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia

³Kursk Southwestern State University, Kursk, Russia

¹marinaf_84@mail.ru

²margo-asadova2012@yandex.ru

³alex.kaluzhskih@yandex.ru

Abstract. The production of food products with various non-traditional additives of plant and animal origin is currently an urgent task. The main goal of food production is not only to meet human needs, but also to improve the nutritional and energy value of the product. The creation of bakery products for functional, preventive purposes, with increased nutritional and biological value, is one of the priority areas of development in the field of food production. Considerable attention is paid to the use of non-traditional types of raw materials in baking, containing antioxidants, vitamins, macro- and microelements and have a positive effect

on human health. However, the addition of new ingredients requires a thorough study of their impact on the technological process and consumer properties of the product, as well as the possibility of solving other problems of the baking industry with their help. The purpose of the work is to study the possibility of using spirulina algae powder in the technology of making breadsticks. The effect of additives such as spirulina algae (in powder form) and pumpkin juice with pulp on the organoleptic and physico-chemical quality indicators of breadsticks has been studied.

Keywords: breadsticks, pumpkin juice, spirulina

For citation: Kotelnikova M.N., Asadova M.G., Kaluzhskikh A.G. The effect of spirulina and natural pumpkin juice on the quality of breadsticks. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 49-57. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-49-57>.

Введение

Хлебные палочки представляют собой хрустящие и сухие изделия, которые бывают округлой формы, но различной толщины (8-12 мм) и длины (150-300 мм). По ГОСТ 28881-90 ширина готового изделия должна быть 150 мм и длина 200 мм. Данное изделие вырабатывается из дрожжевого теста с добавлением компонентов согласно рецептуре [2, 5].

Одним из наиболее важных преимуществ хлебных палочек перед другими хлебобулочными изделиями является длительный срок хранения и меньшая подверженность плесневению, что обусловлено низкой влажностью готового изделия. Если сравнивать хлебные палочки с обычным хлебом, можно отметить, что изделие лучше усваивается человеческим организмом. Это связано с тем, что хлебные палочки содержат меньше влаги, по сравнению с хлебом, и поэтому их намокаемость от слюны и желудочного сока выше. Хлебные палочки также являются весьма универсальным и распространенным продуктом, который можно употреблять в пищу с различными сырами, мясом, подавать к чаю или кофе, или же употреблять как самостоятельное блюдо [10].

Стоит обратить внимание, что если употреблять хлебные палочки в умеренном количестве, то вреда организму они не наносят. В том случае, когда есть желание обогатить режим питания различными полезными компонентами, следует в рацион включить хлебные палочки с различными добавками функционального назначения [5, 6].

В данной работе были изучены особенности производства хлебных палочек с пищевыми добавками. В качестве добавок применялись спирулина (в виде порошка) и тыквенный сок.

Следует отметить, что тыквенный сок способствует нормализации работы внутренних органов и улучшает общее физическое состояние организма. Витамин А, входящий в состав напитка, интенсифицирует процесс заживления порезов и ран, повышает тонус кожи, улучшает зрение и уменьшает вероятность появления и развития катаракты. В составе тыквы (в 100 г): белков – 1,1 г; жиров – 0,1 г; углеводов – 4,4 г; кроме того, в мякоти тыквы обнаружены клетчатка, соли калия, кальция, магния, железа; микроэлементы: медь, кобальт и др.; витамины С, В₁, В₂, В₅, Е, РР и каротиноиды. В тыкве содержание каротинов в 4-5 раз больше, чем в моркови. В организме человека они преобразуются в витамин А, который полезен для зрения, а также является мощным антиоксидантом [9].

Наибольшую популярность как биологически активная добавка в последние годы получила спирулина [1,2,4,5].

Спирулина (*Spirulina platensis*) – это нитчатая сине-зеленая микроводоросль, которая относится к ассоциирующим одноклеточным организмам, классифицированным в биологии как «Eubacteria». Эти микроорганизмы можно назвать биофабриками по производству белка, углеводов, аминокислот, витаминов, ферментов и всех других биохимических элементов, обеспечивающих функционирование живого организма [8]. Многие ученые отмечают, что спирулина по содержанию микроэлементов и витаминов может превосходить продукты как животного, так и растительного происхождения [2]. Так, по содержанию витамина А спирулина превосходит сливочное масло и сыр в 400 раз, яйца – в 1500 раз, творог и огурцы – в 2500 раз, молоко – в 10000 раз [10].

Витаминов группы В (В₁ В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂) содержится в спирулине в 40-150 раз больше, чем в молоке, сыре, твороге, мясе, рыбе, яйцах, сливочном масле [2]. В 1 грамме спирулины витамина В₁₂ в усвояемой форме содержится больше, чем в 100 граммах говядины высшей категории, и в 300 раз больше, чем в свинине [10]. Витамин В₁₂, содержащийся в 1 грамме спирулины, эквивалентен содержанию в 1 л свежего парного молока [2]. В спирулине содержатся также витамины Е (токоферол), С, минеральные вещества и микроэлементы: калий, кальций, магний, цинк, марганец, фосфор, железо, микродозы йода, селена, редких металлов, что очень важно для организма человека [6, 7].

Только в спирулине и некоторых других сине-зеленых и красных водорослях содержатся такие ценные для здоровья человека соединения, как фикоцианин, стимулирующий работу иммунной системы, и гамма-линоленовая кислота, которая содержится в материнском молоке [5, 8].

Из полученного опыта исследований и проанализированной литературы по выбранной теме, можно сделать вывод, что применение спирулины и тыквенного сока позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий и обогатить классическую рецептуру хлебных палочек путём внесения этих добавок.

Цель исследования – оценить пользу применения спирулины и тыквенного сока при производстве хлебных палочек, а также их влияние на показатели качества готового продукта.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2020-2022 гг. в научно-исследовательской лаборатории на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Курский ГАУ.

В состав рецептуры хлебных палочек входили: мука высшего сорта, вода питьевая, дрожжи сухие, масло сливочное, сахар и соль поваренная. Рецептура контрольного и опытных образцов представлена в таблице 1.

В качестве контрольного был выбран образец, изготовленный в соответствии с классической рецептурой. В остальных опытных вариантах питьевая вода была заменена тыквенным соком и по вариантам опыта была внесена спирулина в различной концентрации, а именно: вариант № 1- 0,2%; вариант № 2- 0,4%; вариант № 3- 0,6%.

Таблица 1. Рецептура исследуемых образцов по вариантам опыта

Номер варианта, №	Рецептурные компоненты
Контроль	Мука – 200 г
	Вода питьевая – 88мл
	Дрожжи сухие – 4 г
	Сахар – 4 г
	Соль – 4 г
	Масло сливочное – 6 г
1	Мука – 199,6 г
	Спирулина – 0,4 г
	Тыквенный сок – 88 мл
	Дрожжи сухие – 4 г
	Сахар – 4 г.
	Соль – 4 г.
	Масло сливочное – 6 г

2	Мука – 199,2 г.
	Спирулина – 0,8 г
	Тыквенный сок – 88 мл
	Дрожжи сухие – 4 г
	Сахар – г
	Соль – 4 г
	Масло сливочное – 6 г
3	Мука – 198,8 г.
	Спирулина – 1,2 г.
	Тыквенный сок – 88 мл.
	Дрожжи сухие – 4 г
	Сахар – 4 г.
	Соль – 4 г.
	Масло сливочное – 6 г.

Оценка показателей качества была выполнена на 2 этапах: тестовых заготовок и уже готового продукта со строгим соблюдением методик определения показателей качества в соответствии с ГОСТ 28881-90 [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Цвет тестовых заготовок с добавлением тыквенного сока и спирулины значительно отличался от контрольного образца. Из-за внесенных при замешивании тыквенного сока и спирулины тесто образцов 1-3 приобрело ярко-зеленое окрашивание, что обусловлено смешиванием пигментов хлорофилла и фикоцианина, содержащегося в спирулине и тыквенном соке, имеющего ярко-оранжевое окрашивание.

На рисунке 1 представлены сформованные образцы.



Рисунок 1. Сформованные образцы

Показатели влажности образцов теста немного отличались от контрольного образца (10%), влажность тестовых заготовок образцов № 1, 2, 3 была на 1; 1,5; 2 % больше соответственно. Такую разницу можно объяснить нормальной погрешностью во время проведения опыта.



Рисунок 2. Готовые образцы

Кислотность тестовых заготовок почти всех образцов кроме № 3 не превышала нормы, представленные в ГОСТ 28881-90 [3]. Кислотность контрольного образца была равна 2,0 °Т, кислотность образцов № 1, 2, 3 составила: 2,3; 2,5; и 3,0 °Т, соответственно. Кислотность образца № 1 выше контрольного на 0,3 °Т, а показатели образцов № 2 и № 3 больше контроля на 0,5 и 1 °Т соответственно. Повышение кислотности теста обусловлено увеличением концентрации спирулины в совокупности с тыквенным соком, активная кислотность которого составляет 5,8 °Т. Разница показателей качества тестовых заготовок отображена на рисунке 3.

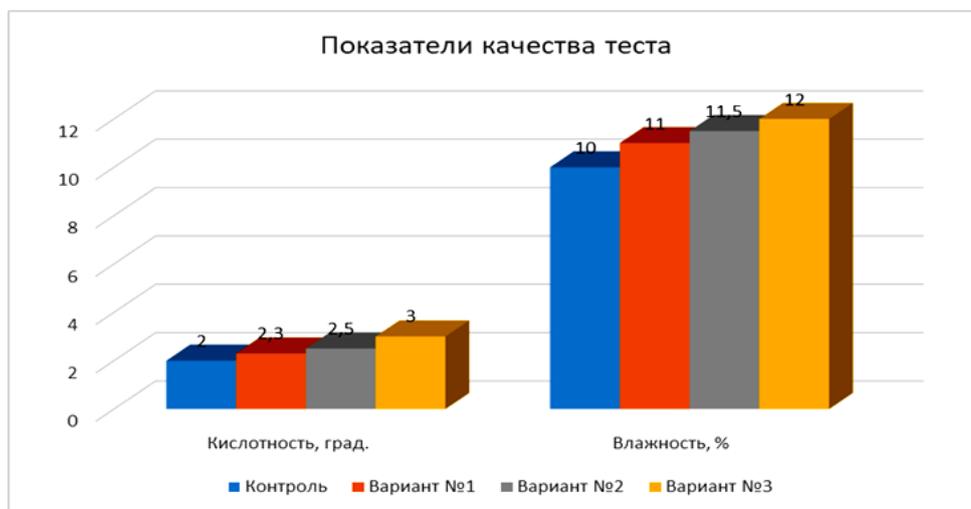


Рисунок 3. Оценка показателей качества тестовых заготовок

При проведении оценки качества готовых изделий были определены такие физико-химические показатели, как влажность и кислотность.

Влажность готовых образцов не должна превышать 10% в соответствии с ГОСТ 28881-90 [3]. В свою очередь влажность опытных образцов №1 и №2 не превышала установленные нормы, а влажность образца №3 была выше контрольного образца на 3%. Показатели влажности образцов под № 1 и № 2 в сравнении с контролем были больше на 1,5% и на 2% соответственно, что видно на рисунке 4.

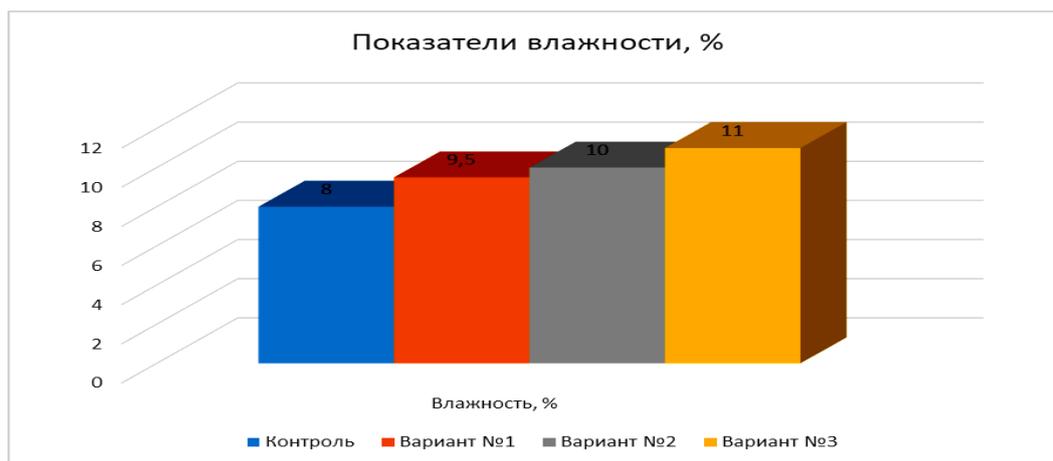


Рисунок 4. Показатели влажности готовых изделий

Разность показателей объясняется изначальной влажностью тестовых заготовок, а ещё ранее, влажностью компонентов, из которых была составлена сухая смесь для замешивания теста.

При определении кислотности готовых изделий (см. рис. 5) было установлено, что нормы кислотности, которые составляют $2,5^{\circ} \text{T}$, превысил образец №3, его показатель составил $2,8^{\circ} \text{T}$. В сравнении с контрольным образцом, кислотность образца №3 была выше на 1%, а показатель кислотности образцов №1 и №2 был больше в сравнении с контролем на 0,4% и 0,6%.

Данную разницу можно объяснить различной концентрацией спирулины в образцах, так как спирулина богата полезными кислотами, а также витаминами, одним из которых является витамин С.

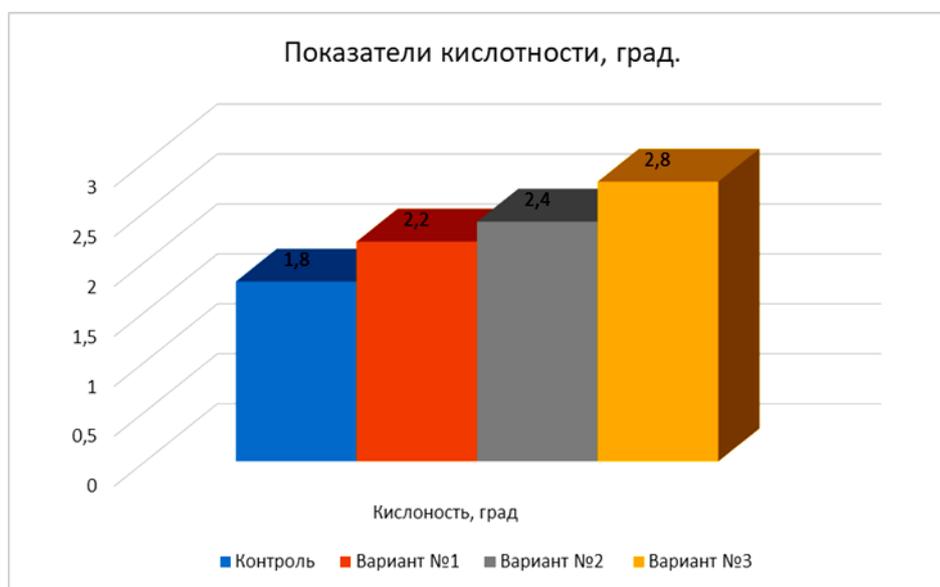


Рисунок 5. Показатели кислотности готовых изделий

При органолептической оценке (рис. 6) было отмечено, что опытные образцы в сравнении с контрольным образцом, изготовленным по классической рецептуре, имели значительные различия. Образцы имели приятный светло-зелёный цвет и сладковатый привкус.

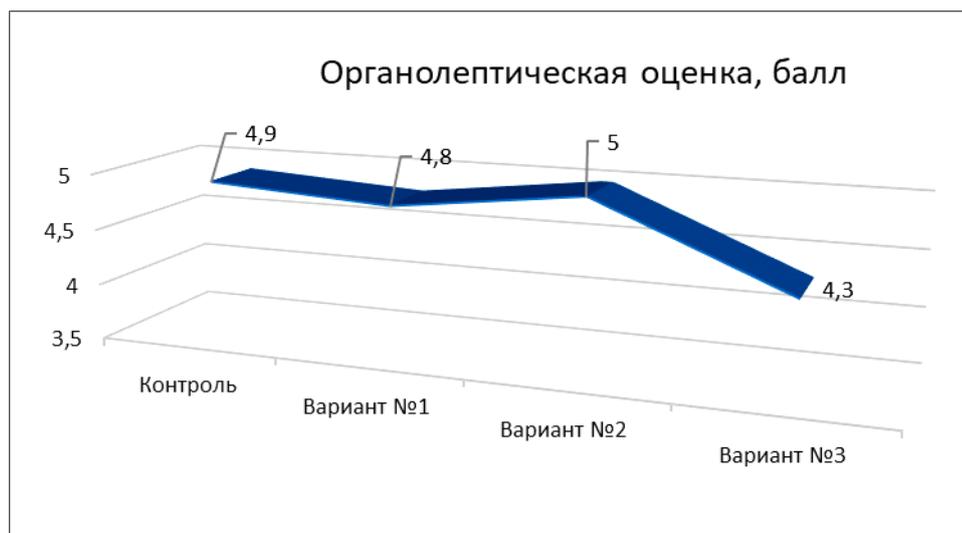


Рисунок 6. Органолептическая оценка готовых изделий

Форма готовых изделий соответствовала форме хлебных палочек. При разломе опытные образцы были разрыхленными, пропечены и не имели признаков непромеса. Стоит отметить, что у образца №3 был слишком выражен запах спирулины и имелся слегка йодный вкус. На рисунке 6 представлен график органолептической оценки, в баллах, уже готовых образцов.

Выводы

1. Тыквенный сок и микроводоросль спирулина оказывают значительное влияние на органолептические показатели хлебных палочек. При их внесении изменяется вкус и запах изделия, они становятся более приятными и ярко выраженными.

2. Отмечаем изменение физико-химических показателей готового изделия. Влажность тестовых заготовок образцов № 1, 2, 3 была на 1; 1,5; 2 % больше показателей контрольного образца, соответственно. Кислотность тестовых заготовок всех образцов кроме № 3 с концентрацией 0,6% спирулины не превышала нормы, представленные в ГОСТ 28881-90. Кислотность контрольного образца была равна 2,0°Т, кислотность образцов № 1, 2, 3 составила: 2,3; 2,5; и 3,0 °Т, соответственно. Кислотность образца №1 с концентрацией 0,2% спирулины выше контрольного на 0,3°Т, а показатели образцов №2 с концентрацией 0,4% спирулины и №3 с концентрацией 0,6% спирулины больше контроля на 0,5 и 1°Т соответственно.

3. Наилучшим из опытных вариантов можно считать №2 (с концентрацией 0,4% спирулины). Все показатели качества данного образца не превышали нормы, представленные в ГОСТ 28881-90. Концентрация 0,4% спирулины является самой оптимальной, потому как она не оказывает отрицательного воздействия на органолептические и физико-химические показатели изделия.

4. Благодаря богатому химическому составу спирулины и тыквенного сока отмечается тенденция к повышению пищевой и энергетической ценности готового изделия.

Список источников

1. Акуленко Н.С. Результаты исследований основных физико-химических показателей микроводоросли *spirullina platensis* производства НПО «Биосоляр МГУ» МГУ им. М.В. Ломоносова / Н.С. Акуленко, И.В. Глебова // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук: международный научный форум «Достижения академической науки на Юге России»; Международная молодежная научная конференция «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН. Д.Г. Матишова; Всероссийская научная конференция «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки». Федеральное агентство науч-

ных организаций; Российская академия наук; Южный научный центр Российской академии наук; Институт аридных зон ЮНЦ РАН; Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН. 2017. С. 454-456.

2. Глебова И.В., Грязнова О.А. Результаты исследования эффективности биологически активных комплексов *SPIRULINA PLATENSIS* L. / И.В. Глебова, О.А. Грязнова // Актуальные проблемы и инновационные технологии в отраслях АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию Кабардино-Балкарского ГАУ. Нальчик, 2016. С. 31-35.

3. ГОСТ 28881-90. Палочки хлебные. Общие технические условия. Утверждён и введён в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 29.12.90 № 3736. 46 с.

4. Долгополова Н.В. Продукты растительного происхождения - главные носители минеральных веществ и витаминов / Н.В. Долгополова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. Курск, 2009. С. 52-54.

5. Долгополова Н.В. Влияние рецептурных компонентов на показатели качества хлебобулочных изделий / Н.В. Долгополова, Т.А. Стужная, Е.В. Дедкова // Региональный вестник. 2016. №3 (4). С. 39-41.

6. Еникеев Р.Р. Использование функциональных добавок в хлебопечении / Р.Р. Еникеев, А.В. Зимичев, А.Г. Кашаев // Пищевая промышленность. 2009. № 28. С. 47-49.

7. Исследование возможности использования розмарина в технологии производства хлеба / А.Г. Калужских, Н.В. Долгополова, В.Д. Мухи, М.Н. Котельникова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 4. С. 25-31.

8. Кедик С.А. Спирулина пища XXI века / С.А. Кедик, Е.И. Ярцев, Н.В. Гульятеева. Москва: «Фарма Центр», 2006. 166 с.

9. Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений / П.М. Корнилов, Г.В. Макаров, Н.Л. Налетько и др. / Под ред. М. И. Борисова, С. Я. Соколова. Минск: Ураджай, 1985. 272 с.

10. Хамельман Джеффи. Хлеб. Технология и рецептуры / Пер. с англ. О.П. Четвериковой. Санкт-Петербург: Профессия. 2012. 432с.

References

1. Akulenko N.S., Glebova I.V. The results of studies of the main physico-chemical parameters of the microalgae spirulina platensis produced by NPO Biosolar MSU Lomonosov Moscow State University. In the collection: Materials of scientific events dedicated to the 15th anniversary of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences: the International Scientific Forum «Achievements of Academic Science in the South of Russia»; the International Youth Scientific Conference «Oceanology in the XXI century: modern facts, models, methods and means» in memory of Corresponding member of the Russian Academy of Sciences D.G. Matishov; the All-Russian scientific conference «Aquaculture: world experience and Russian developments». Federal Agency of Scientific Organizations; Russian Academy of Sciences; Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Institute of Arid Zones of the UNC RAS; Institute of Socio-Economic and Humanitarian Studies of the UNC RAS, 2017, pp. 454-456.

2. Glebova I.V., Gryaznova O.A. Results of the study of the effectiveness of biologically active complexes *Spirulina Platensis* L. In the collection: Current problems and innovative technologies in the agro-industrial complex. Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 35th anniversary of the Kabardino-Balkarian State University, 2016, pp. 31-35.

3. GOST 28881-90. Bread sticks. General technical conditions. Approved and put into effect by the Resolution of the USSR State Committee for Product Quality Management and Standards dated 29.12.90. No. 3736. 46 p.

4. Dolgopolova N.V. Products of plant origin – the main carriers of minerals and vitamins. In the collection: Agrarian science - agriculture. materials of the All-Russian scientific and practical conference. Responsible for the release of I.Y. Pigorev, 2009, pp. 52-54.

5. Dolgopolova N.V., Stuzhnaya T.A., Dedkova E.V. Regional Bulletin, 2016, no.3 (4), pp. 39-41.

6. Enikeev P.P., Zimichev A.B., Kashaev A.G. The use of functional additives in baking. The food industry, 2009, no. 28, pp. 47-49.

7. Investigation of the possibility of using rosemary in bread production technology. A.G. Kaluzhskikh, N.V. Dolgopolova, V.D. Mukhi, M.N. Kotelnikova. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products, 2021, no. 4, pp. 25-31.

8. Kedik S.A., Yartsev E.I., Gulyaeva N.V. Spirulina of the 19th century. Moscow: «Pharma Center» Publ., 2006. 166 p.

9. Medicinal properties of agricultural plants. P.M. Kornilov, G.V. Makarov, N.L. Naletko etc. Edited by M. I. Borisov, S. Ya. Sokolov. Minsk: Urajai Publ., 1985. 272 p.

10. Hamelman Jeffi. Bread. Technology and formulations. Translated from the English by O.P. Chetverikova. St. Petersburg: Profession Publ., 2012. 432 p.

Информация об авторах

М.Н. Котельникова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции;

М.Г. Асадова – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции;

А.Г. Калужских – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров.

Information about the authors

M.N. Kotelnikova – Candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of technology of production and processing of agricultural products.

M.G. Asadova – Candidate of biological sciences, associate professor, head of the department of technology of production and processing of agricultural products.

A.G. Kaluzhskikh – Candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of commodity science, technology and expertise of goods.

Научная статья
УДК 620.2
DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-58-66

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ В ПАРОКОНВЕКТОМАТЕ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЯСНОГО ФАРША

Любимова Кристина Владимировна^{1✉}, Токарева Татьяна Юрьевна²,
Василиевич Наталья Владимировна³

^{1,2}Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

³Московский Государственный университет технологии и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Москва, Россия

¹kristinalyubimova83@yandex.ru✉

²lstik@mail.ru

³n.vasilievich@mgutm.ru

Аннотация. Проанализированы температурные режимы обработки мясopодуlтов в среде конвективного теплообмена, позволяющие инактивировать патогенную микрофлору. Для установления искомых параметров процесса рассмотрены имеющиеся сведения о нативных свойствах сырья и возможностях тепловых аппаратов. Для восполнения дефицитных состояний мясных фаршевых систем при конвективной обработке важным является прогнозирование перспективных способов обработки сырья, подбора составных компонентов рецептуры и обеспечение безопасности готовой продукции. Цель работы – установление оптимальной температуры в рабочей камере теплового аппарата и поддержание ее в процессе приготовления готовой продукции. Обогащение мясных фаршей овоще-крупными компонентами приводит к изменению известных структурно-механических характеристик говяжьего фарша, что требует проведения реологических исследований, определения органолептических показателей модельных систем, полуфабрикатов и готовых кулинарных изделий. Расхождения между рН, пластичностью, влагосвязывающей и влагоудерживающей способностью фаршевой системы и готовой продукцией – контрольные точки исследуемого объекта. Следует отметить, что недостаточное измельчение сырья, низкие влагосвязывающие способности пищевых добавок не приводят к искомому результату. Показана целесообразность сочетания говядины, овощей и круп в одном изделии, а также использование в составе комбинированных фаршей растительных компонентов: моркови, цветной и белокочанной капусты, а из круп – пшениной и пшеничной. При регулируемых параметрах технологического процесса отмечены значения рН 6,0-7,0; ВСС к общей влаге – 100% и ВУС 94,7%; органолептической оценке 4,8 балла, отвечающие условиям эксперимента. Установлены критериальные режимы для центрального слоя исследуемых изделий в диапазоне температур 180-220 °С. Особенности нагрева в среде паровоздушной смеси по сравнению с сухим нагревом отражаются на выходе готовой продукции и потере питательных веществ.

Ключевые слова: режимы, реологические показатели, пищевые системы

Для цитирования: Любимова К.В., Токарева Т.Юрьевна, Василиевич Н.В. Влияние обработки в пароконвектомате на качественные характеристики мясного фарша // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 58-66. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-58-66>.

Original article

INFLUENCE OF PROCESSING IN A COMBI STEAMER ON QUALITY CHARACTERISTICS OF MINT MEAT

Kristina V. Lyubimova^{1✉}, Tatyana Yu. Tokareva², Natalya V. Vasilievich³

^{1,2}Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

³Moscow State University of Technologies and Management, Moscow, Russia

¹kristinalyubimova83@yandex.ru✉

²lstik@mail.ru

³n.vasilievich@mgutm.ru

Abstract. Temperature regimes for processing meat products in a convective heat exchange environment, which make it possible to inactivate pathogenic microflora, have been analyzed. To establish the required process parameters, the available information on the native properties of raw materials and the ca-

pabilities of thermal apparatuses is considered. To replenish the deficient states of minced meat systems during convective processing, it is important to predict promising methods of processing raw materials, selecting the components of the recipe and ensuring the safety of the finished product. The purpose of the work is to establish the optimal temperature in the working chamber of the heating apparatus and maintain it during the preparation of the finished product. Enrichment of minced meat with vegetable and cereal components leads to a change in the known structural and mechanical characteristics of minced beef, which requires rheological studies to determine the organoleptic characteristics of model systems, semi-finished products and finished culinary products. Discrepancies between pH, plasticity, moisture-binding and moisture-holding capacity of the minced meat system and the finished product are the control points of the object under study. It should be noted that insufficient grinding of raw materials and low moisture-binding abilities of food additives do not lead to the desired result. The feasibility of combining beef, vegetables and cereals in one product is shown, as well as the use of vegetable components in combined minced meat: carrots, cauliflower and white cabbage, and from cereals – millet and wheat. With controlled process parameters, pH values of 6.0-7.0 were noted; VSS to total moisture – 100% and VUS 94.7%; organoleptic assessment 4.8 points, meeting the experimental conditions. Criterion regimes have been established for the central layer of the products under study in the temperature range of 180-220 °C. The peculiarities of heating in a steam-air mixture environment compared to dry heating are reflected in the yield of finished products and the loss of nutrients.

Keywords: regimes, rheological parameters, food systems

For citation: Lyubimova K.V., Tokareva T.Yu., Vasilievich N.V. Influence of processing in a combi steamer on quality characteristics of mint meat. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 58-66. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-58-66>.

Введение

Перспективным направлением в рациональном ведении технологического процесса производства продукции высокого качества является разработка оптимальных режимов применительно к современному высокоэффективному оборудованию. Качество пищевых продуктов, включая безопасность – серьезная проблема, с которой столкнулась пищевая промышленность, отчасти из-за ряда кризисов и скандалов, связанных с безопасностью пищевых продуктов [14]. Качество пищевых продуктов постоянно меняется по мере их продвижения по цепочке поставок, что может привести к значительным социальным, экономическим и экологическим последствиям. По оценкам ООН, ежегодно примерно одна треть всех продуктов питания, производимых для потребления человеком, выбрасывается. По другим данным, 40% общего объема производства было потрачено впустую [12, 15].

В. Adenzo-Diaz и др. [13] доказали, что динамическое ценообразование может значительно сократить общий объем отходов скоропортящихся продуктов, как продемонстрировали X. Wang и D. Li. [23]. Однако сокращение порчи может привести к потере общего дохода, который может сильно различаться в зависимости от сценария и скорости стратегии ценовых скидок. Кроме того, исходя из предположения, что поставщики могут использовать автоматические устройства на основе индикаторов времени и температуры, Herbon et al. [18] изучили оптимальную динамическую модель ценообразования с учетом скоропортящегося продукта и удовлетворенности клиентов. А. Herbon и Е. Khmel'nitsky [19] исследовали интегрированную модель заказа и динамического ценообразования для скоропортящихся продуктов, когда покупатели очень чувствительны к качеству продуктов питания. В отличие от X. Wang и D. Li. [24], они изучали непрерывную динамическую задачу, а не дискретную. Также показали, что эффективность динамического подхода зависит от формы спроса, заложенной в модель.

Предпочтения потребителя сводятся к получению качественного и с высокими органолептическими показателями продукта. Это должен быть ароматный бифштекс или котлета, с ярко выраженной консистенцией (сочный, пористый, однородной структуры) и высокими тактильными ощущениями, низкой скорости затухания интенсивности флейвора при охлаждении мясных рубленых изделий до 30 °C.

Решение может быть достигнуто путем последовательного исследования всего технологического процесса от получения сырья и его безопасности до получения готового изделия. Это процессы измельчения сырья, составления рецептур, взаимодействие между ними, воздействие влажностно-температурного режима на пищевую систему и оптимизация всей технологической цепочки, позволяющей снизить потери массы и питательных веществ.

Основой помимо качества исходного сырья для оптимизации технологии приготовления мясных рубленых изделий являются процессы тепломассопереноса в пористых средах.

Хотя математическое моделирование тепломассопереноса в пористых средах изучалось несколько лет [20, 22], используемые математические подходы и допущения во многих случаях остаются необоснованными. Большинство опубликованных теоретических работ основано на предположениях, касающихся жидкой фазы, находящейся в маятниковом или фуникулярном состоянии [20, 21].

Насколько нам известно, для случаев сухой пористой среды было проведено мало экспериментальных исследований [15-20]. Важность этого анализа связана с пониманием распределения жидкой фазы, математическим моделированием этих явлений и правомерностью использования классических моделей непрерывного описания путем рассмотрения коэффициентов диффузии, основанных на определении непрерывности фаз. Допущения, касающиеся непрерывности жидкой фазы, обычно оправданы в процессах сушки, но не обязательно приемлемы для определенной степени насыщения, особенно в изначально сухой среде.

Следует отметить, что коэффициенты диффузии, характеризующие пористую структуру и используемые в математических моделях, приведены, исходя из конкретных экспериментов, связанных с начальным насыщением конденсата, а также при условии, что жидкая фаза рассматривается как сплошная. Эта ситуация, которая обычно встречается, когда жидкая фаза образуется за счет демпфирования, не обязательно является репрезентативной для ситуаций, в которых конденсация осуществляется в изначально сухой среде [17].

K.S. Udell [22] показал, что в устойчивом состоянии внутри пористой части образца существуют три отдельные зоны: зона пара вверху, зона жидкости внизу и двухфазная зона между ними. В двухфазной зоне существует встречный поток жидкости, движимый вверх капиллярными силами, и пара, движимый вниз градиентом давления.

Исследуемый режим термообработки в паровоздушной среде мясной фаршевой смеси приводят к меньшим значениям коэффициентов μ_1 и $N(V_i)$, характерной при регулярном режиме по сравнению с нагреванием в сухом воздухе. Бражниковым А.М. [2] оптимизирован технологический процесс и предложен прогнозный расчет технологических операций.

Скарбовичук А.В. [9], исследовав тепломассообмен, показал влияние параметров воздуха и температуры поверхности мяса на испарительную способность сырья под действием исследуемых технологических параметров.

Таким образом, регулирование сочности образца возможно путем установления зависимости теплообмена во влажных капиллярно-пористых объектах с учетом свойств компонентов рецептуры и их взаимного влияния в пищевой системе. Однако это направление исследований изучено недостаточно.

Цель исследования – установление оптимальной температуры в рабочей камере теплового аппарата и поддержание ее в процессе приготовления готовой продукции.

Материалы и методы исследований

Научные исследования выполнены на кафедре индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса ФГБОУ «Российский биотехнологический университет». В представленную работу включены статьи баз данных Scopus, RSCI, РИНЦ за последние два года (2022-2023 гг.). Были отобраны 23 источника научной литературы в области получения и использования высокоэффективных и здоровьесберегающих технологий производства кулинарных изделий из мясных фаршей с учетом влияния тепло- и массообмена в замкнутом пространстве на показатели качества готовой продукции.

Объектами являлись модельные фарши, полуфабрикаты и кулинарные изделия: биточки с говядиной и капустой, биточки паровые с говядиной и морковью, биточки паровые с говядиной, клетчаткой и цветной капустой. В рецептуру мясных фаршевых изделия вводили говядину, говяжий жир, растительные компоненты: морковь, цветная или белокочанная капуста, а из круп – пшеничная и пшеничная, а также репчатый лук, порошок перца сладкого, петрушки или укропа, соль и специи.

Для исследования величины рН, массовой доли влаги, влагосвязывающей способности (ВСС), пластичности фарша, предельного напряжения сдвига (ПНС), аминокислотного состава, влагоудерживающей способности (ВУС), выхода готовых изделий и их органолептической оценки использованы общеизвестные стандартные методы исследования. Применяли дескрипторно-профильный метод сенсорного анализа профилирования продукта с разработкой шкалы балловой оценки [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Теоретическое и экспериментальное обоснование нестандартной теплопроводности мясосопродуктов наступает для центрального слоя исследуемых изделий в диапазоне температур 180–220 °С. Установлено, что особенности нагревания мясных изделий в среде паровоздушной технологии заключаются в двухстадийном процессе: вначале процесс осуществляется при температуре 200-220°С на режиме «жар» в течение 10-12 мин, а затем переключается температура на 180°С на режим «пар», и еще в течение 8-10 мин котлеты доводятся до состояния кулинарной готовности и достижения внутри продукта 80°С.

Так как от способа, режима нагрева, его продолжительности зависят санитарная безопасность, органолептические показатели, пищевая ценность, выход изделий, то были определены эти показатели, и результаты приведены на рис. 1-4.

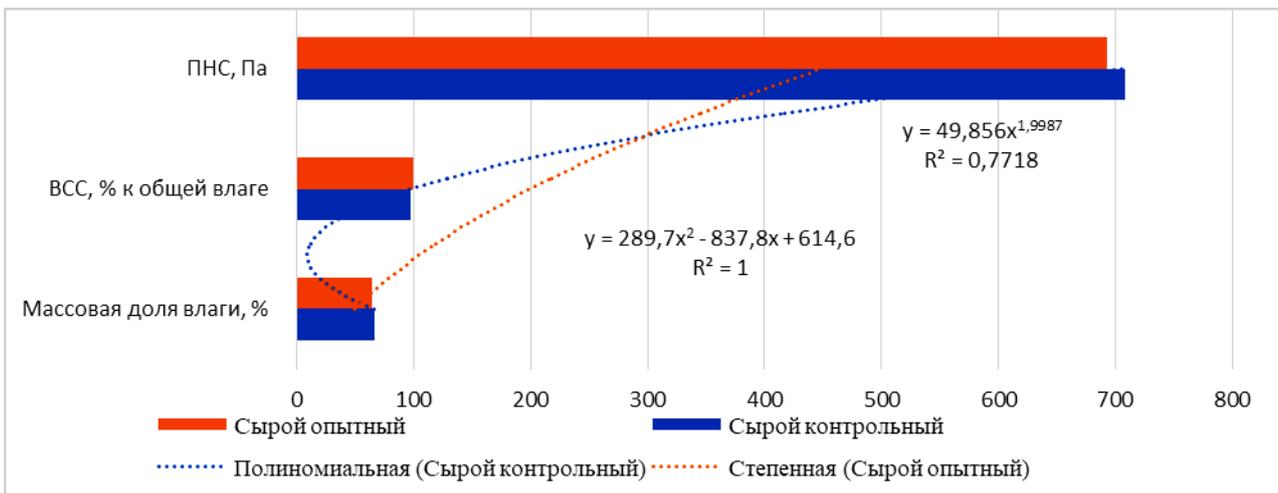


Рисунок 1. Зависимость реологических показателей контрольного и опытного образцов от влажности

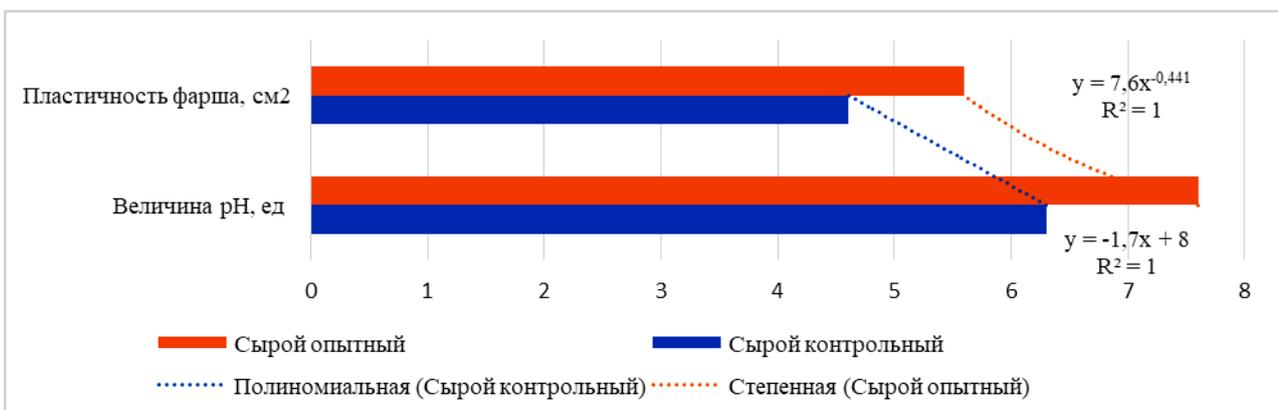


Рисунок 2. Сравнительные характеристики пластичности и рН сырых образцов контроля и опыта

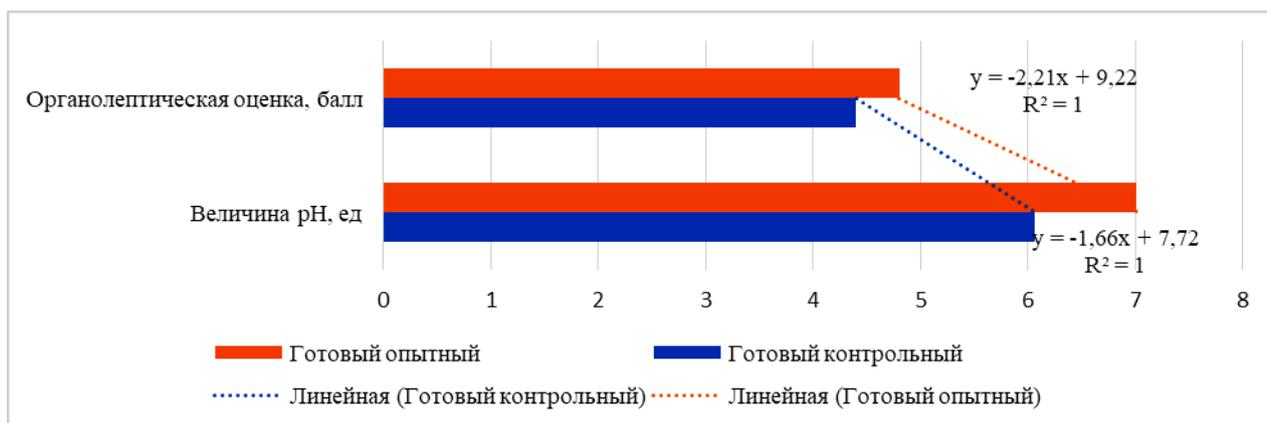


Рисунок 3. Сравнительные характеристики органолептических показателей и pH готовых образцов контроля и опыта

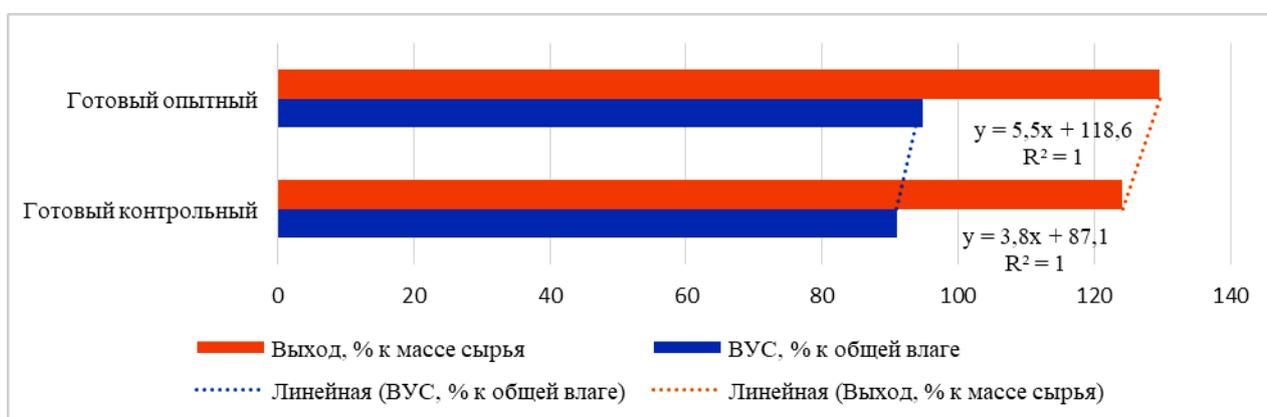


Рисунок 4. Сравнительные характеристики ВУС и выхода готовых образцов контроля и опыта

Для выявления влияния компонентов рецептуры на свойства мясных фаршей, результаты которых показаны на рис. 1-4, проанализируем сочетаемость каждой из добавок и ее отношение к говяжьему фаршу. Важным является не инактивировать мясной вкус и запах, а наоборот его выразить и подчеркнуть достоинства пищевой системы.

Так, введение измельченного в виде крошки репчатого лука повлияет на сочность и аромат. Получается очень яркий вкус. Кроме того, котлеты сохраняют форму во время термической обработки и после приготовления. И для достижения устойчивой влагоудерживающей способности готового изделия в фарш даже не нужно добавлять такой классический структурообразователь, как хлеб. При промышленных технологиях хлеб в рецептуру нерационально вводить, т.к. это готовый к употреблению продукт и его повторная переработка только повысит себестоимость мясных фаршевых изделий [16].

Вместо хлеба в разрабатываемые рецептуры вводилась пшеничная или пшеничная крупа, которые по вкусовым параметрам идентична пшеничному хлебу или близкая к нему. Однако введение круп осуществлялось в виде готовой или доведенной до полуготовности и охлажденной каши, что не увеличивало продолжительность тепловой обработки мясных котлет и соответствовало стабильности выхода готовых изделий. Данный процесс стабилизировался за счет клейстеризованного крахмала круп, выступающего в качестве абсорбента, который удерживает воду и впоследствии загустевает или образуют гель в структуре мяса. Уровень использования каш зависит от качества сырого мяса, степени обводнения круп водой и желаемой текстуры конечного продукта, при этом использование варьируется от 0,4 до 0,6 %, что не окажет значительного влияния на рецептуру говяжьих котлет без ущерба для тексту-

ры и пищевых качеств готового продукта: изделия получаются сочными и хорошо сформованными.

Эффективное связывание жиров и масел важно, поскольку эти компоненты несут в себе сильный аромат, который желателен для готового продукта. Вот почему нерастворимые волокна, такие как целлюлоза, находящаяся в крупах, становятся все более популярными в продуктах из мяса и птицы.

С увеличением рН мяса, мясоовощного фарша, снижаются потери массы при жарке, а также время тепловой обработки. Полученные данные указывают на тесную корреляционную связь между рН мяса и продолжительностью жарки изделий. При этом в области более высоких значений рН его колебания в меньшей степени влияют на продолжительность жарки.

Большинство готовых к употреблению мясных продуктов содержат дополнительную влагу, в частности, эмульгированные или формованные продукты.

Добавление влаги имеет экономический аспект, поскольку стоимость многих продуктов питания, включая мясные продукты, зависит от количества содержащейся в них воды, поскольку вода является недорогим ингредиентом. Производители продуктов питания часто стараются включить в рецептуру как можно больше ингредиентов, но не превышая установленных рецептурой и стандартами на данный вид мясного кулинарного изделия.

Установлено, что, хотя некоторое дополнительное увлажнение улучшает текстуру, слишком большое количество влаги приводит к тому, что продукт приобретает непривлекательную губчатую текстуру. Например, для птицы оптимальная доля составляет от 8 до 10 %. А если жидкость превышает 18 %, то продукт теряет свою целостность. Избыточная добавленная влажность также затрудняет получение румяной корочки котлет при приготовлении.

Сочетание капусты или перца с мясным фаршем позволяет получить выраженный букет вкуса, сочность, но солидирующие вкусовые нотки принадлежат мясу. Влагосвязующая способность опытного образца больше контрольного на 2,2%, а ПНС снизилось на 16,3 Па.

Выводы

1. При замене в рецептуре котлет из говядины 10% мяса на крупяную добавку и 8% на овощную готовые изделия сохранили внешний вид, форму, сочность и приобрели приятные нотки привкуса и аромата овощей и круп.

2. Полученные сочетания обладают лучшей пористостью и влагосодержанием. Органолептическая оценка этих образцов позволяет их рекомендовать к использованию в питании различных контингентов.

3. Анализ полученных экспериментальных данных подтверждает целесообразность сочетания говядины, овощей и круп в одном изделии, а также использования в составе комбинированных фаршей растительных компонентов: моркови, цветной и белокочанной капусты, пшенной и пшеничной круп. При этом блюдо обогатилось пищевыми волокнами. Повысилось количество витаминов А, В₁, В₂ и РР на 1-1,5%.

Список источников

1. Богоносова И.А., Васюкова А. Т. Разработка технологии комбинированных овощных запеканок для рационального и диетического питания // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности. 83-й научно-практической конференции преподавателей и студентов «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». Ставрополь, 2018. С. 345-348.

2. Бражников А.М. Теория термической обработки мясопродуктов. Москва: Агропромиздат, 1987. 271 с.

3. Васюкова А.Т. Справочник повара: учебное пособие. Москва: Дашков и Ко, 2013. 421 с.
4. Васюкова А.Т. и др. Влияние обогащающих добавок на пищевую ценность мясных и рыбных продуктов / А.Т. Васюкова, Т.В. Першакова, Д.Н. Фалин, Т.В. Яковлева, Н.И. Мячикова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 2-3 (320-321). С. 11-13.
5. Васюкова А.Т. Переработка рыбы и морепродуктов: учебное пособие. Москва, 2009. 127 с.
6. Механизмы повышения эффективности отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности Центрального федерального округа / В.Н. Иванова, С.Н. Серегин, А.А. Славянский и др.: монография. Москва: Финансы и статистика, 2016. 206 с.
7. Першакова Т.В. и др. Применение нетрадиционного сырья в рецептурах кулинарных изделий / Т.В. Першакова, А.Т. Васюкова, Т.С. Жилина, Т.В. Яковлева, В.Ф. Пучкова, И.А. Федоркина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 1 (319). С. 36-37.
8. Применение нетрадиционного сырья в рецептурах кулинарных изделий / Т.В. Першакова, А.Т. Васюкова и др. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 1 (319). С. 36-37.
9. Скарбовийчук А.В. Обоснование и тепловой расчет технологического канала поточной холодильной обработки мяса: дис. ... к.т.н. Киев, 1984. 190 с.
10. Суммарная антиоксидантная активность растительных экстрактов / Л.В. Драчева, Н.К. Зайцев, О.А. Жарикова, А.Т. Васюкова // Пищевая промышленность. 2011. № 9. С. 44-45.
11. Чугунова О.В. Научный обзор: сенсорный анализ и его значение в оценке качества и безопасности пищевых продуктов // Научное обозрение. Технические науки. 2016. № 3. С. 118-129.
12. Ackerman R., Farahani P., and Grunow M. Quality, Safety, and Sustainability in Food Distribution: A Review of Quantitative Operations Management Approaches and Issues // OR Spectrum. 2010. Vol. 32. No. 4. Pp. 863-904.
13. Adenzo-Diaz B., Lozano S., and Palacio A. The Impact of Dynamic Pricing of Perishable Products on Revenue and Waste // Applied Mathematical Modeling. 2016. Vol. 45. Pp. 148-164.
14. Aung M.M. and Chang Y.S.. Traceability in the Food Supply Chain: Safety and Quality Perspectives // Food Control. 2014. Vol. 39. No. 1. Pp. 172-184.
15. Badia-Melis R., Mishra P. and Ruiz-García L. Food Traceability: Emerging Trends and Recent Advances. Review // Food Control. 2015. Vol. 57. Pp. 393-401.
16. Berry D. The key to meat flavor is moisture retention // Food Business News. 2014. Pp.1-3.
17. Hanamura K. and Kaviani M. Propagation of Condensation Front during Steam Injection into a Dry Porous Medium // International Journal of Heat and Mass Transfer. 1995. Vol. 38. No. 8. Pp. 1377-1386.
18. Herbon A., Loewner E., and Cheng T. S. E. Inventory Management of Perishable Products with Dynamic Pricing Using Time and Temperature Indicators Linked to Automatic Sensing Devices // International Journal of Production Economics. 2014. Vol. 147. Pp. 605-613.
19. Herbon A. and Khmelnsky E. Optimal dynamic pricing and ordering of perishable products under the additive effects of price and time on demand // European Journal of Operational Research. 2017. Vol. 260. No. 2. Pp. 546-556.
20. Larbi S. Some aspects of the physics of transport phenomena in capillary porous bodies // World Renewable Energy Congress. Aberdeen. UK, 2005.
21. Larbi S., Boris S. and Bacon G. Diffusion of moist air with vapor condensation in a porous medium // International Journal of Heat and Mass Transfer. 1995. Vol. 38. No. 13. Pp. 2411-2426.

22. Udell K.S. Heat transfer in a porous medium heated from above with evaporation, condensation and capillary effects // *Journal of Heat Transfer*. 1983. Vol. 105. No. 3. Pp. 485-492.
23. Wang X. and Li D. A pricing model based on dynamic product quality assessment for perishable food supply chains // *Omega*. 2012. Vol. 40. No. 6. Pp. 906-917.

References

1. Bogonosova I.A., Vasyukova A. T. Development of technology of combined vegetable casseroles for rational and dietary nutrition. Innovative technologies in agriculture, veterinary medicine and the food industry. The 83rd scientific and practical conference of teachers and students «Agrarian Science to the North Caucasus Federal District». StGAU, Stavropol, 2018, pp. 345-348.
2. Brazhnikov A.M. Theory of heat treatment of meat products. Moscow: Agropromizdat Publ., 1987. 271 p.
3. Vasyukova A.T. Cook's handbook. Textbook. Moscow: Dashkov and Co. Publ., 2013. 421 p.
4. Vasyukova A.T. et al. The effect of enriching additives on the nutritional value of meat and fish products. A.T. Vasyukova, T.V. Pershakova, D.N. Falin, T.V. Yakovleva, N.I. Myachikova. News of higher educational institutions. Food technology, 2011, no. 2-3 (320-321), pp. 11-13.
5. Vasyukova A.T. Processing of fish and seafood. Textbook (3rd edition). Moscow, 2009. 127 p.
6. Mechanisms for improving the efficiency of the food and processing industries of the Central Federal District. V.N. Ivanova, S.N. Seregin, A.A. Slavyansky et al. Monograph. Moscow: Finance and Statistics, 2016. 206 p.
7. Pershakova T.V. et al. The use of non-traditional raw materials in recipes of culinary products. T.V. Pershakova, A.T. Vasyukova, T.S. Zhilina, T.V. Yakovleva, V.F. Puchkova, I.A. Fedorkina. News of higher educational institutions. Food technology, 2011, no. 1 (319), pp. 36-37.
8. The use of non-traditional raw materials in recipes of culinary products. T.V. Pershakova, A.T. Vasyukova et al. Izvestia of higher educational institutions. Food technology, 2011, no. 1 (319), pp. 36-37.
9. Skarboviychuk A.V. Justification and thermal calculation of the technological channel of in-line refrigeration processing of meat. Dissertation... candidate of technical Sciences, direction 05.18.12. Kiev, 1984. 190 p.
10. Total antioxidant activity of plant extracts. L.V. Dracheva, N.K. Zaitsev, O.A. Zharikova, A.T. Vasyukova. Food industry, 2011, no. 9, pp. 44-45.
11. Chugunova O.V. Scientific review: sensory analysis and its importance in assessing the quality and safety of food products. Scientific Review. Technical sciences, 2016, no. 3, pp. 118-129.
12. Ackerman R., Farahani P., and Grunow M. Quality, Safety, and Sustainability in Food Distribution: A Review of Quantitative Operations Management Approaches and Issues. *OR Spectrum*, 2010, vol. 32, no. 4, pp. 863-904.
13. Adenzo-Diaz B., Lozano S., and Palacio A. The Impact of Dynamic Pricing of Perishable Products on Revenue and Waste. *Applied Mathematical Modeling*, 2016, vol. 45, pp. 148-164.
14. Aung M.M. and Chang Y.S.. Traceability in the Food Supply Chain: Safety and Quality Perspectives. *Food Control*, 2014, vol. 39, no. 1, pp. 172-184.
15. Badia-Melis R., Mishra P. and Ruiz-García L. Food Traceability: Emerging Trends and Recent Advances. Review. *Food Control*, 2015, vol. 57, pp. 393-401.
16. Berry D. The key to meat flavor is moisture retention. *Food Business News*, 2014, pp.1-3.
17. Hanamura K. and Kaviani M. Propagation of Condensation Front during Steam Injection into a Dry Porous Medium. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 1995, vol. 38, no. 8, pp. 1377-1386.
18. Herbon A., Loewner E., and Cheng T. S. E. Inventory Management of Perishable Products with Dynamic Pricing Using Time and Temperature Indicators Linked to Automatic Sensing Devices. *International Journal of Production Economics*, 2014, vol. 147, pp. 605-613.

19. Herbon A. and Khmelnitsky E. Optimal dynamic pricing and ordering of perishable products under the additive effects of price and time on demand. *European Journal of Operational Research*, 2017, vol. 260, no. 2, pp. 546-556.

20. Larbi S. Some aspects of the physics of transport phenomena in capillary porous bodies. *World Renewable Energy Congress*, Aberdeen, UK, 2005.

21. Larbi S., Boris S. and Bacon G. Diffusion of moist air with vapor condensation in a porous medium. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 1995, vol. 38, no. 13, pp. 2411-2426.

22. Udell K.S. Heat transfer in a porous medium heated from above with evaporation, condensation and capillary effects. *Journal of Heat Transfer*, 1983, vol. 105, no. 3, pp. 485-492.

23. Wang X. and Li D. A pricing model based on dynamic product quality assessment for perishable food supply chains. *Omega*, 2012, vol. 40, no. 6, pp. 906-917.

Информация об авторах

К.В. Любимова – аспирант;

Т.Ю. Токарева – доцент кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса;

Н.В. Васи́левич – кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой персонализированной диетологии, гостиничного и ресторанного бизнеса.

Information about the authors

K.V. Lyubimova – Postgraduate student;

T.Yu. Tokareva – Associate professor of the department of food industry, hotel business and service;

N.V. Vasilyevich – Candidate of chemical sciences, associate professor, head of the department of personalized dietetics, hotel and restaurant business.

Научная статья

УДК 641.85

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-67-75

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛЕПИХОВОГО ПОРОШКА И ЛЬНЯНОЙ МУКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАТЯЖНОГО ПЕЧЕНЬЯ

Пчелинцева Ольга Николаевна^{1✉}, Фролов Дмитрий Иванович²

^{1,2}Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

^{1,2}Московский государственный университет технологий и управления
имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), Москва, Россия

¹pchelincevaon@yandex.ru✉

²surr@bk.ru

Аннотация. В статье исследуется использование нетрадиционного растительного сырья при создании продуктов функционального назначения. В исследовании была проведена замена части муки пшеничной на муку льняную и добавление облепихового порошка в рецептуру затяжного печенья с целью расширения ассортимента продукции, улучшения потребительских свойств и повышения привлекательности для потребителей. Льняная мука является богатым источником белка, в ее состав входят полиненасыщенные жирные кислоты и большое количество витаминов. Облепиховый порошок богат белками, витаминами группы В, микроэлементами. Цель исследования – разработка рецептуры затяжного печенья с частичной заменой пшеничной муки на льняную с добавлением облепихового порошка, а также оценка органолептических свойств полученного изделия. В результате исследований предложены рецептуры с заменой пшеничной муки на льняную в количестве от 5 до 20%. Органолептическая оценка образцов показала следующие результаты: наилучшими органолептическими показателями обладал образец № 2 (замена пшеничной муки на льняную в количестве 10%); ухудшение органолептических свойств замечено в образцах № 1 и № 2 (замена пшеничной муки на льняную в количестве 5% и 20% соответственно). Далее на основе образца №2 были разработаны три рецептуры с добавлением облепихового порошка в количестве от 4 до 8%. В ходе исследований было выявлено, что наилучшими органолептическими показателями обладал образец № 2 с добавлением облепихового порошка в количестве 6%. Использование льняной муки с добавлением облепихового порошка в рецептурах затяжного печенья, обусловлено высокими органолептическими показателями и способствует снижению калорийности готовых изделий.

Ключевые слова: печенье, затяжное, мука пшеничная, мука льняная, порошок облепиховый, рецептура, органолептическая оценка

Для цитирования: Пчелинцева О.Н., Фролов Д.И. Использование облепихового порошка и льняной муки в технологии производства затяжного печенья // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 67-75. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-67-75>.

Original article

THE USE OF SEA BUCKTHORN POWDER AND FLAXSEED FLOUR IN THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF LINGERING COOKIES

Olga N. Pchelintseva^{1✉}, Dmitry I. Frolov²

^{1,2}Penza State Technological University, Penza, Russia

^{1,2}Moscow State University of Technologies and Management (First Cossack University),
Moscow, Russia

¹pchelincevaon@yandex.ru✉

²surr@bk.ru

Abstract. The article studies the use of non-traditional vegetable raw materials in the creation of products of functional purpose. The study involved replacing part of wheat flour with flaxseed flour and add-

ing sea buckthorn powder to the recipe of puffed cookies in order to expand the product range, improve consumer properties and increase consumer appeal. Flaxseed flour is a rich source of protein, it contains polyunsaturated fatty acids and a large number of vitamins. Sea buckthorn powder is rich in proteins, B vitamins, trace elements. The purpose of the study is to develop a recipe for puffed cookies with partial replacement of wheat flour with linseed flour with the addition of sea buckthorn powder, as well as the evaluation of organoleptic properties of the resulting product. As a result of the research the formulations with replacement of wheat flour with flax flour in the amount from 5 to 20% were proposed. Organoleptic evaluation of the samples showed the following results: the best organoleptic indicators had the sample № 2 (replacement of wheat flour with linseed flour in the amount of 10%); deterioration of organoleptic properties was noticed in samples № 1 and № 2 (replacement of wheat flour with linseed flour in the amount of 5% and 20%, respectively). Further on the basis of sample No. 2 three formulations were developed with the addition of sea buckthorn powder in the amount of 4 to 8%. In the course of research, it was found that the best organoleptic characteristics had the sample number 2 with the addition of sea buckthorn powder in the amount of 6%. The use of flaxseed flour with the addition of sea buckthorn powder in the formulation of puffed cookies, due to high organoleptic characteristics and contributes to reducing the caloric content of finished products.

Keywords: cookies, long-lasting, flour, wheat flour, flaxseed flour, sea buckthorn powder, recipe, organoleptic evaluation

For citation: Pchelintseva O.N., Frolov D.I. The use of sea buckthorn powder and flaxseed flour in the production technology of lingering cookies. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 67-75. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-67-75>.

Введение

В настоящее время широко распространено потребление продуктов, богатых животными жирами и простыми углеводами. Недостаточное присутствие в диете овощей, фруктов и морских продуктов может способствовать развитию избыточного веса и ожирения. Это, в свою очередь, повышает вероятность возникновения заболеваний, частота которых значительно возросла за последнее десятилетие. Учитывая растущую осведомленность людей о своем здоровье, появилась тенденция добавлять функциональные продукты в ежедневный рацион из-за их многочисленных преимуществ. Было доказано, что богатые фенолами фракции растений обладают сильными антиоксидантными свойствами, а окислительная стабильность хлебобулочных изделий является важным фактором, учитывающим изменения качества хлеба. Сообщалось, что фитохимические вещества в прессованном жмыхе облепихи снижают значения реактивного вещества тиобарбитуровой кислоты, что позволяет предположить его потенциальное применение для замедления образования продуктов окисления. Летучие фенольные соединения также могут влиять на аромат обработанных пищевых продуктов, что важно для потребителей. Кроме того, срок хранения хлебобулочных изделий обычно невелик из-за ограничения ухудшения качества. Это ограничение обычно связывают с грибковой и бактериальной инфекцией. Полифенолы также считаются распространенными противомикробными веществами против некоторых штаммов микробов. Сообщалось, что полифенолы из листьев облепихи предотвращают заражение несколькими бактериальными штаммами, такими как *Escherichia coli*, *Shigelladysenteriae* и *Staphylococcus aureus*. Сообщается, что материалы, обогащенные клетчаткой, изменяют характеристики хлеба, а пищевые волокна также оказывают некоторые положительные эффекты, включая снижение уровня глюкозы в крови [8].

В современном обществе все более актуальной становится задача улучшения культуры питания. Важно стремиться к тому, чтобы состав ежедневного рациона был сбалансирован и соответствовал не только энергетическим затратам организма, но и его физиологическим потребностям, включая необходимость в витаминах, минералах и других питательных веществах. Это позволит поддерживать оптимальное здоровье и предотвратить развитие многих заболеваний. [2, 5].

Для поддержания здоровья и полноценного функционирования организма, крайне важно, чтобы ежедневно употребляемая пища была сбалансированной и насыщенной всеми необходимыми питательными веществами. В конечном итоге разработка и внедрение новых

функциональных продуктов питания приобретает особую значимость. Причем такие продукты, обогащенные дополнительными ингредиентами, превосходящие традиционные по своей пищевой ценности и способствующие улучшению общего состояния здоровья, способствуют улучшению пищеварения, укреплению иммунитета и повышению уровня энергии, очень востребованы в современных реалиях [3, 6, 9, 11].

Печенье можно использовать для включения в рацион различных ингредиентов и питательных веществ. Например, если печенье изготовлено из цельного зерна, оно становится источником клетчатки, витаминов, минералов и фитохимических веществ, а добавление сухофруктов, бобовых, семян, орехов и экстрактов трав дополнительно увеличивает пищевую ценность. Более того, если ингредиент, используемый для обогащения, не получил широкого распространения и не потребляется регулярно, включение его в состав такого популярного продукта, как печенье, может повлиять на общий рацион питания. Примером менее распространенного, но питательно ценного продукта питания является льняное семя. Это пища, богатая лигнанами и жирными кислотами омега-3. Льняное семя обычно употребляют в качестве побочного ингредиента в зерновых продуктах, но обычно в виде цельных семян, которые не могут быть полностью переварены человеком. Помол льняного семени увеличивает биодоступность его компонентов, но также усложняет производство продуктов питания из-за его специфического аромата и склонности к окислению. Таким образом, молотое льняное семя является менее предпочтительным вариантом для производителей продуктов питания. Дополнительной проблемой при разработке зерновых продуктов, обогащенных льняным семенем, является сохранение полезных компонентов во время обработки [1].

Пионером в разработке функциональных пищевых продуктов является Япония, это привело к появлению около сотни разновидностей данных продуктов, которые приобрели значительную популярность. Они характеризуются включением компонентов со свойствами, которые не только научно подтверждены, но и клинически обоснованы. Инновация в технологии производства пищевых продуктов направлена на устранение и компенсацию дефицита питательных веществ в организме человека, тем самым способствуя улучшению здоровья и благополучия населения [10, 12].

В настоящей статье в качестве функционального пищевого ингредиента было исследовано добавление порошка из облепихи и замена пшеничной муки на льняную.

Льняная мука – это продукт с высокой пищевой ценностью. В своем составе она содержит витамины группы В: ретинол, никотиновую кислоту, токоферол, витамин К, макроэлементы и микроэлементы, аминокислоты, такие как валин, тирозин, фенилаланин, аргинин, лейцин – необходимые для жизнедеятельности организма человека.

В льняной муке содержатся важные для организма пищевые волокна (до 30%), растительный белок (до 50%), который полностью усваивается организмом и насыщает его, жирные кислоты (омега-6, омега-3), углеводы (20 г на 100 г продукта). Такая мука не содержит глютена, она является полезной [1, 4].

Облепиховый порошок содержит аскорбиновую кислоту, ретинол, рутин, тиамин, рибофлавин.

Цель исследования – разработка рецептуры затыжного печенья с частичной заменой пшеничной муки на льняную с добавлением облепихового порошка, а также оценка органолептических свойств полученного изделия.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследования выбрано печенье затыжное. В качестве контроля принят образец печенья затыжного, приготовленный по стандартной рецептуре. Исследования и разработка рецептур производилась на базе лаборатории кафедры «Пищевые производства» ПензГТУ в 2023 г. Изучение органолептических показателей качества выработанных изделий проводили по стандартной методике в соответствии с требованиями ГОСТ 24901-2014 и ГОСТ ISO 8586-2015.

В рецептуре часть муки пшеничной была заменена на льняную. Варианты замены: 5, 10 и 15%. После выявления оптимального соотношения пшеничной и льняной муки необходимо было выявить, какое количество облепихового порошка улучшит качество печенья. Дозировка облепихового порошка составляла 4, 6 и 8%. При проведении опытов использовались стандартные методы. Органолептические показатели определялись по ГОСТ 24901-2014.

Традиционная рецептура затыжного печенья приведена на рисунке 1.

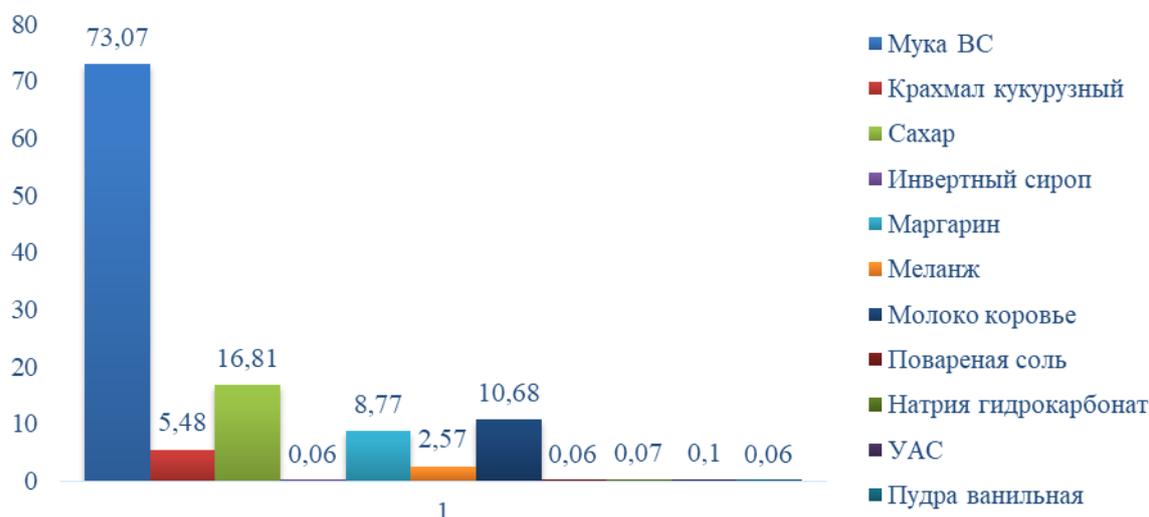


Рисунок 1. Традиционная рецептура затыжного печенья

Результаты исследований и их обсуждение

Для приготовления затыжного печенья была применена традиционная рецептура.

В таблице 1 рассчитаны рецептуры затыжного печенья с различными дозировками муки.

Таблица 1. Рецептура печенья затыжного с заменой пшеничной муки на льняную

Наименование сырья	Контроль	Образцы затыжного печенья с льняной мукой		
		№ 1	№ 2	№ 3
Мука ВС	73,07	69,42	65,76	62,11
Льняная мука	0,00	3,65	7,31	10,96
Крахмал кукурузный	5,48	5,48	5,48	5,48
Сахар	16,81	16,81	16,81	16,81
Инвертный сироп	0,06	0,06	0,06	0,06
Маргарин	8,77	8,77	8,77	8,77
Меланж	2,57	2,57	2,57	2,57
Молоко коровье	10,68	10,68	10,68	10,68
Поваренная соль	0,06	0,06	0,06	0,06
Натрия гидрокарбонат	0,07	0,07	0,07	0,07
УАС	0,10	0,10	0,10	0,10
Пудра ванильная	0,06	0,06	0,06	0,06
Итого	117,73	117,73	117,73	117,73
Выход	100,00	100,00	100,00	100,00
Влажность, %	6,5±1,0	6,5±1,0	6,5±1,0	6,5±1,0

Внесение 5% льняной муки в состав теста не повлияло на органолептические и физико-химические параметры затыжного печенья. В результате замещения пшеничной муки на льняную на 10% отмечались изменения во внешнем виде готового продукта: цвет стал более

насыщенным, и появлялся лёгкий приятный вкус льняной муки. Однако поверхность становилась менее привлекательной. Наблюдалось ухудшение потребительских свойств при замене пшеничной муки на льняную на 15%: вкус становился горьковатым.

В таблице 2 представлена органолептическая оценка готовых изделий затыжного печенья с различной дозировкой льняной муки.

Таблица 2. Органолептическая оценка печенья затыжного с различной дозировкой льняной муки

Показатель	Образец, приготовленный по традиционной рецептуре	Образец № 1 (5%)	Образец № 2 (10%)	Образец № 3 (15%)
Вкус и запах	Традиционный вкус и запах образца	Небольшой привкус и запах льняной муки	Выраженный вкус и запах льняной муки более выражен	Сильный запах и привкус льняной муки
Форма	Правильная, без пузырьков, края не повреждены	Правильная, пузырьки отсутствуют, края повреждений не имеют	Правильная, без пузырьков, края не повреждены	Края имеют небольшие повреждения
Поверхность	Ровная, гладкая			Шероховатая
Цвет	Однородный цвет по всему изделию	Присутствие золотистого оттенка	Яркий, однородный цвет	Коричневый, не равномерный оттенок
Вид в изломе	Хорошо пропеченное печенье с развитой пористостью	Виден плохой промес теста, вызывающий пустоты	Хорошо развитая пористость и пропеченное печенье	Видны следы непромеса и пустоты, изделие плохо пропечено

При исследовании была проведена оценка затыжного печенья с разным процентом льняной муки. Для оценки свойств была использована пятибалльная шкала. 5 - «отлично», 4 - «хорошо», 3 - «удовлетворительно», 0-2 - «неудовлетворительно».

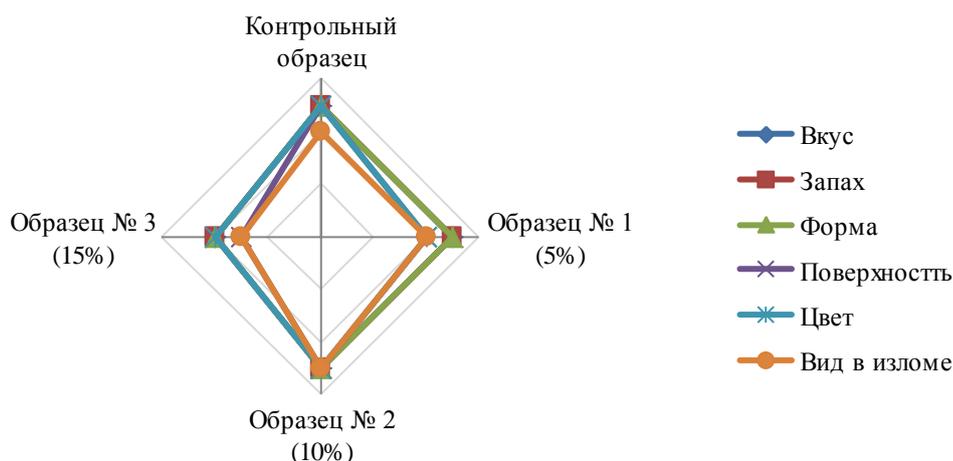


Рисунок 2. Балльная оценка образцов с добавлением льняной муки

После проведения экспериментов, было установлено, что наиболее эффективной заменой пшеничной муки на льняную является замена в размере 10%. Печенье, приготовленное с использованием льняной муки, обладает уникальной особенностью – оно сохраняет свежесть и не засыхает в течение длительного времени. Это делает его идеальным выбором для тех,

кто предпочитает продукты с длительным сроком хранения. Кроме того, использование льняной муки придает изделию неповторимый вкус и аромат, что делает его еще более привлекательным для потребителей. В целом, можно сказать, что использование льняной муки в качестве замены пшеничной муки на 10% является оптимальным решением, которое сочетает в себе качество, вкус и долговечность.

Оценка изделий представлена на рисунке 2.

После того как оптимальный процент замены пшеничной муки на льняную был определен, разрабатываются рецептуры с добавлением облепихового порошка в количестве 4, 6 и 8% к общей массе сырья.

Контрольным образцом является образец с количеством льняной муки 10 %.

В таблице 3 представлены рецептуры затяжного печенья с добавлением облепихового порошка.

Таблица 3. Рецептúra затяжного печенья с добавлением облепихового порошка

Наименование сырья, г	Образец с заменой муки (10%)	10% льняной муки с добавлением облепихового порошка		
		Добавка (4%)	Добавка (6%)	Добавка (8%)
Мука ВС	65,76	63,13	61,81	60,5
Льняная мука	7,31	7,31	7,31	7,31
Облепиховый порошок	0,00	2,63	3,95	5,26
Крахмал кукурузный	5,48	5,48	5,48	5,48
Сахар	16,81	16,81	16,81	16,81
Инвертный сироп	0,06	0,06	0,06	0,06
Маргарин	8,77	8,77	8,77	8,77
Меланж	2,57	2,57	2,57	2,57
Молоко коровье	10,68	10,68	10,68	10,68
Поваренная соль	0,06	0,06	0,06	0,06
Натрия гидрокарбонат	0,07	0,07	0,07	0,07
УАС	0,10	0,10	0,10	0,10
Пудра ванильная	0,06	0,06	0,06	0,06
Итого	117,73	117,73	117,73	117,73
Выход	100,00	100,00	100,00	100,00
Влажность, %	6,5±1,0	6,5±1,0	6,5±1,0	6,5±1,0

Из представленных данных видно, что добавление 4% облепихового порошка в рецептуре не оказывает значительного влияния на готовое изделие.

Изменений во вкусе обнаружено не было. Добавление 6 % облепихового порошка оказывает положительное влияние на внешний вид изделия, появляется не сильно выраженный вкус облепихового порошка, цвет становится насыщеннее.

Добавка облепихового порошка в количестве 8% привело к изменениям во внешнем виде изделия, и появился более выраженный вкус облепихового порошка. Балльная оценка изделий представлена на рисунке 3.

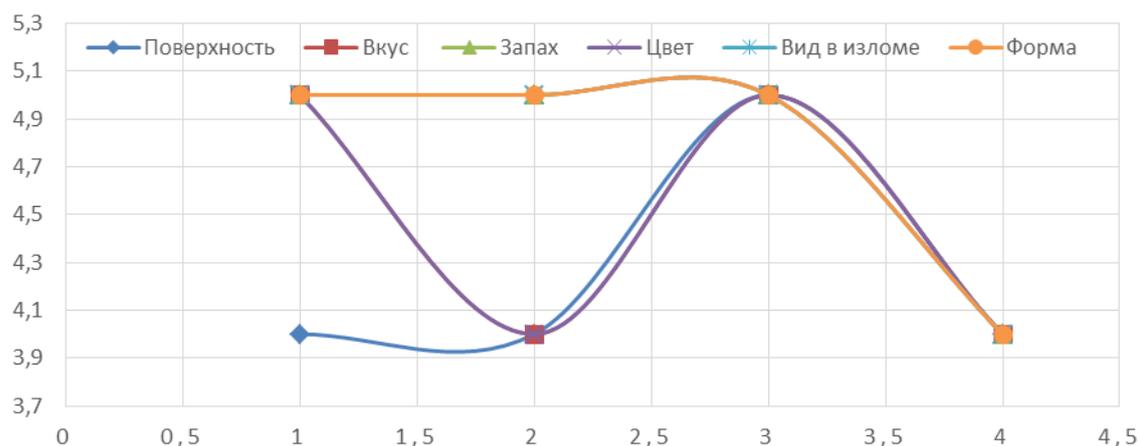


Рисунок 3. Балльная оценка образцов с добавлением облепихового порошка

Из приведенных данных было получено, что наилучшими органолептическими показателями обладает затяжное печенье с 10 % заменой пшеничной муки на льняную и 6% добавлением облепихового порошка.

Выводы

Результаты исследований по потенциалу использования растительного сырья – льняной муки и порошка облепихи в рецептуре затяжного печенья показали перспективность его использования.

Проведенные исследования показали:

1. Органолептические свойства печенья улучшились при замене 10% пшеничной муки на льняную и добавлении в рецептуру печенья порошка облепихи в объеме 6% и 8%. Это позволяет использовать функциональный продукт питания для ежедневного потребления, так как он подходит для здорового населения разных возрастов.

2. При увеличении доли льняной муки и облепихового порошка до 15% и 9% соответственно, органолептические показатели качества печенья остаются на приемлемом уровне. Целесообразность использования льняной муки совместно с добавлением облепихового порошка в рецептурах затяжного печенья обусловлена повышенными органолептическими свойствами.

В перспективе использование нетрадиционных компонентов в рецептуре затяжного печенья способствует повышению разнообразия ассортимента печенья, а также использованию в качестве функциональных пищевых продуктов с пониженной энергетической ценностью для снижения калорийности готовых изделий.

Список источников

1. Бурцева Е.И., Орехова А.С., Рязанцев Д.Г. Льняная мука как перспективное сырье для пищевой промышленности // Научные записки ОрелГИЭТ. 2014. №. 1. С. 396-400.
2. ГОСТ 26574-2017. Межгосударственный стандарт. Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия: дата введения 2019-01-01. Москва: Стандартинформ, 2017. 11 с.
3. Канарская З.А. и др. Тенденции развития технологии кондитерских изделий / З.А. Канарская, Ф.К. Хузин, А.Р. Ивлева, В.М. Гематдинова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №. 3 (69). С. 195-204.
4. Мачихина Л.И. и др. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна / Л.И. Мачихина, Е.П. Мелешкина, Л.Г. Приезжева, С.О. Смирнов, А.А. Жученко (мл.), Т.А. Рожмина // Хлебопродукты. 2012. №. 6. С. 54-58.
5. Типсина Н.Н. Использование нативной льняной муки в производстве овсяного печенья / Н.Н. Типсина, С.Л. Белопухов, Т.А. Толмачева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2022. №. 7 (184). С. 219-227.

6. Толстова Е.Г. Возможности обогащения кондитерских изделий пищевыми волокнами // Вестник НГИЭИ. 2012. №. 6. С. 83-91.
7. Čukelj N. et al. Flaxseed and multigrain mixtures in the development of functional biscuits // LWT. 2017. Vol. 86. Pp. 85-92.
8. Guo X. et al. Effect of sea-buckthorn pulp and flaxseed residues on quality and shelf life of bread // Food & Function. 2019. Vol. 10. No. 7. Pp. 4220-4230.
9. Kaur M., Singh V., Kaur R. Effect of partial replacement of wheat flour with varying levels of flaxseed flour on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of cookies // Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. 2017. Vol. 9. Pp. 14-20.
10. Kumar S. et al. Functional and nutritional prospectives of low-fat cookies fortified with jamun pulp, jamun seed, mango kernel powder // Applied Food Research. 2023. Vol. 3. No. 2. P. 100340.
11. Mas A. L. et al. Novel cookie formulation with defatted sesame flour: Evaluation of its technological and sensory properties. Changes in phenolic profile, antioxidant activity, and gut microbiota after simulated gastrointestinal digestion // Food Chemistry. 2022. Vol. 389. P. 133122.
12. Sokmen O. et al. Quality properties and bioactive compounds of reduced-fat cookies with bee pollen // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2022. Vol. 29. P. 100557.

References

1. Burtseva E.I., Orekhova A.S., Ryazantsev D.G. Flaxseed flour as a promising raw material for the food industry. Scientific notes of OrelGIET, 2014, no. 1, pp. 396-400.
2. GOST 26574-2017. The interstate standard. Baking wheat flour. Technical specifications: date of introduction 2019-01-01. Moscow: Standartinform, 2017. 11 p.
3. Kanarskaya Z.A. et al. Trends in the development of confectionery technology. Z.A. Kanarskaya, F.K. Khuzin, A.R. Ivleva, V.M. Gimatdinova. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies, 2016, no. 3 (69), pp. 195-204.
4. Machikhina L.I. et al. Creation of technology for the production of new food products from flax seeds. L.I. Machikhina, E.P. Meleshkina, L.G. Priezzheva, S.O. Smirnov, A.A. Zhuchenko (Jr.), T.A. Rozhmina. Bread products, 2012, no. 6, pp. 54-58.
5. Tipsina N.N., Belopukhov S.L., Tolmacheva T.A. The use of native flaxseed flour in the production of oatmeal cookies. Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University, 2022, no. 7 (184), pp. 219-227.
6. Tolstova E.G. Possibilities of enriching confectionery products with dietary fibers. Bulletin of the NGIEI, 2012, no. 6, pp. 83-91.
7. Čukelj N. et al. Flaxseed and multigrain mixtures in the development of functional biscuits. LWT, 2017, vol. 86, pp. 85-92.
8. Guo X. et al. Effect of sea-buckthorn pulp and flaxseed residues on quality and shelf life of bread. Food & Function, 2019, vol. 10, no. 7, pp. 4220-4230.
9. Kaur M., Singh V., Kaur R. Effect of partial replacement of wheat flour with varying levels of flaxseed flour on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of cookies. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 2017, vol. 9, pp. 14-20.
10. Kumar S. et al. Functional and nutritional prospectives of low-fat cookies fortified with jamun pulp, jamun seed, mango kernel powder. Applied Food Research, 2023, vol. 3, no. 2, p. 100340.
11. Mas A. L. et al. Novel cookie formulation with defatted sesame flour: Evaluation of its technological and sensory properties. Changes in phenolic profile, antioxidant activity, and gut microbiota after simulated gastrointestinal digestion. Food Chemistry, 2022, vol. 389, p. 133122.
12. Sokmen O. et al. Quality properties and bioactive compounds of reduced-fat cookies with bee pollen. International Journal of Gastronomy and Food Science, 2022, vol. 29, p. 100557.

Информация об авторах

О.Н. Пчелинцева – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Пищевые производства» ПензГТУ; доцент кафедры «Организация технологических процессов и сервисного обслуживания» МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ);

Д.И. Фролов – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Пищевые производства» ПензГТУ, зав. каф. «Организация технологических процессов и сервисного обслуживания» МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ).

Information about the authors

O.N. Pchelintseva – Candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of «Food Production» Penza State Technological University; associate professor of the department of «Organization of technological processes and service maintenance» K.G. Razumovsky Moscow State Technical University (FCU);

D.I. Frolov – Candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of «Food Production» Penza State Technological University; head of the department of «Organization of technological processes and service maintenance» K.G. Razumovsky Moscow State Technical University (FCU).

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Научная статья

УДК 631.51:631.8:631.582

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-76-83

ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ И СЛАГАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЕЕ ВЕЛИЧИНУ

Беленков Алексей Иванович^{1✉}, **Мазиров Михаил Арнольдович**²,
Зеленев Александр Васильевич³

¹ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса», Московская область, Лобня, Россия

²РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

³ФИЦ «Немчиновка», Москва, Россия

¹belenokaleksis@mail.ru✉

²mazirov@mail.ru

³zelenev.a@bk.ru

Аннотация. Результативность любого исследования зависит от индивидуального вклада каждого из изучаемых факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур. В связи с этим проведен анализ по влиянию отдельных групп показателей на формирование урожайности зерновых культур и картофеля в полевом опыте Центра точного земледелия. Установлено влияние метеорологических, агрофизических, биологических и агрохимических факторов на урожайность озимой пшеницы, картофеля и ячменя. Определено доленое участие каждого показателя в зависимости от полученной продуктивности. Таким образом, появилась возможность прогноза урожайных данных в зависимости от динамики отдельных показателей, на нее влияющих, и наоборот, имея информацию по группе сопутствующих факторов, высока вероятность предсказания близкой к реальной продуктивности с.-х. культур. Шестилетние данные позволили сделать общий вывод о наибольшей эффективности отвальной обработки в сравнении с минимальной (нулевой), особенно в последние 2-3 года. Данная тенденция связана с более высокой засоренностью посевов на втором варианте, нарушениями в агротехнике, прежде всего, использовании пестицидов. В среднем, вспашка опережала альтернативные варианты по озимой пшенице на 0,98 т/га, картофель – на 2.5 т/га, ячмень – на 0,09 т/га.

Ключевые слова: полевой опыт, обработка почвы, урожайность, зерновые культуры, картофель, метеоусловия, показатели почвенного плодородия

Для цитирования: Беленков А.И., Мазиров М.А., Зеленев А.В. Взаимосвязь урожайности и слагаемых элементов, влияющих на ее величину // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 76-83. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-76-83>.

Original article

RELATIONSHIP OF PRODUCTIVITY AND COMPONENTS ELEMENTS AFFECTING ITS VALUES

Alexey I. Belenkov^{1✉}, **Mikhail A. Mazirov**², **Alexander V. Zelenev**³

¹FSC «Forage production and agroecology», Moscow region, Lobnya, Russia

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

³FRC «Nemchinovka», Moscow, Russia

¹belenokaleksis@mail.ru✉

²mazirov@mail.ru

³zelenev.a@bk.ru

Abstract. The effectiveness of any study depends on the individual contribution of each of the studied factors affecting crop yields. In this regard, an analysis was carried out on the influence of certain groups of

indicators on the formation of the yield of grain crops and potatoes in the field experience of the Center for Precision Agriculture. The influence of meteorological, agrophysical, biological and agrochemical factors on the yield of winter wheat, potatoes and barley has been established. The share of each indicator was determined depending on the resulting productivity. Thus, it has become possible to predict yield data depending on the dynamics of individual indicators that influence it, and vice versa, having information on a group of associated factors, there is a high probability of predicting agricultural productivity that is close to real. crops Six years of data allowed us to draw a general conclusion about the greatest efficiency of moldboard processing in comparison with minimal (zero), especially in the last 2-3 years. This trend is associated with higher infestation of crops in the second option, violations in agricultural technology, primarily the use of pesticides. On average, plowing was ahead of alternative options for winter wheat by 0.98 t/ha, potatoes - by 2.5 t/ha, barley - by 0.09 t/ha.

Keywords: field experience, tillage, productivity, grain crops, potatoes, weather conditions, soil fertility indicators

For citation: Belenkov A.I., Mazirov M.A., Zelenev A.V. Relationship of productivity and components elements affecting its values. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 76-83. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-76-83>.

Введение

Существенным моментом, подтверждающим эффективность технологии возделывания с.-х. культур, является выявление взаимосвязи их продуктивности и слагаемых показателей, определяющих ее величину. Данное обстоятельство особенно важно при решении вопросов реализации точного или координатного земледелия. Исходя из складывающихся условий, следует конкретно и рационально выявить возможность и своевременность проведения мероприятий, связанных с выполнением различных агроприемов технологии возделывания сельскохозяйственных культур [1, 3, 8, 10].

Исследования, проведенные авторами настоящей статьи, являются новаторскими и мало освещенными в научной литературе, особенно в части комплексного их представления. Установлено влияние метеорологических показателей периода вегетации, агрофизических, биологических и агрохимических свойств почвы, приемов основной обработки на урожайность полевых культур [4, 5, 7].

Цель исследований – определить участие основных метеоусловий и показателей плодородия, обработки почвы в формировании соответствующей урожайности культур зернопропашного севооборота.

Материалы и методы исследований

Основой такого анализа явились многолетние данные полевого опыта Центра точного земледелия (ЦТЗ) РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, где в течение шести лет сравнивались три приема основной обработки почвы, по два из которых проводили под каждую культуру зернопропашного севооборота: викоовсяная смесь на корм – озимая пшеница с пожнивным посевом горчицы на сидерат – картофель – ячмень [6, 9].

В течение всего периода проведения полевых исследований в опыте определяли: метеопоказатели по данным университетской метеостанции имени В.А. Михельсона, урожайность зерновых культур и картофеля методом прямого комбайнирования, влажность почвы термостатно-весовым методом, плотность почвы методом режущего кольца, твердость почвы с использованием твердомера, биологическую активность почвы по распаду льняного полотна, биологическую токсичность по методике растительных тестов, гумуса по Тюрину, содержание общего азота колориметрическим методом, подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову [2].

Результаты исследований и их обсуждение

Обязательной и убедительной характеристикой результативности и эффективности полевого опыта является урожайность, исследуемых с.-х. культур (таблица 1).

Таблица 1. Урожайность зерновых культур и картофеля за период исследований, т/га

№ п/п	Обработка почвы	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
Озимая пшеница								
1	Отвальная	5,46	5,46	3,59	6,73	3,13	1,65	4,34
2	Нулевая	5,13	4,83	2,55	5,96	1,00	0,66	3,36
3	НСР, т/га	0,29	0,47	0,50	0,52	0,77	0,42	-
Картофель								
4	Отвальная	25,8	27,4	32,5	28,0	23,7	23,5	26,8
5	Минимальная	22,5	25,2	27,5	24,8	25,1	20,4	24,3
6	НСР, т/га	2,28	1,79	2,12	2,02	2,12	3,02	-
Ячмень								
7	Отвальная	4,29	3,70	2,62	2,86	2,00	1,62	2,85
8	Минимальная	4,14	3,79	2,76	2,48	1,82	1,58	2,76
9	НСР, т/га	0,13	0,11	0,14	0,25	0,33	0,08	-

Шестилетние данные позволили сделать общий вывод о наибольшей эффективности отвальной обработки в сравнении с минимальной (нулевой), особенно в последние 2-3 года. Данная тенденция связана с более высокой засоренностью посевов на втором варианте, нарушениями в агротехнике, прежде всего, в использовании и применении пестицидов. В среднем за период вспашка опережала альтернативные варианты по озимой пшенице на 0,98 т/га, картофелю – на 2,5 т/га, ячменю – на 0,09 т/га.

Из перечисленных агрометеопоказателей наибольшая доля участия в формировании урожайности с.-х. культур принадлежит температурным условиям в интервале 16-20 °С – 41,7%, количеству осадков за декаду 11-15 и 21-25 мм – соответственно по 25% учетов, относительной влажности воздуха от 61 до 75% – порядка 25% по группам (таблица 2).

Таблица 2. Группы агрометеоусловий периода активной вегетации культур за 2017-2022 гг.

Показатели	Количественное значение					
	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	Итого
Температура воздуха за декаду, °С	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	Итого
Частота, шт. / %	1 / 8,3	3 / 25,0	5 / 41,7	2 / 16,7	1 / 8,3	12 / 100
Количество осадков за декаду, мм	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	Итого
Частота, шт. / %	3 / 25,0	2 / 16,7	3 / 25,0	2 / 16,7	2 / 16,7	12 / 100
Относительная влажность воздуха за декаду, %	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	Итого
Частота, шт. / %	2 / 16,7	3 / 25,0	3 / 25,0	3 / 25,0	1 / 8,3	12 / 100

Таблица 3 содержит данные о продуктивности и показателях почвенного плодородия под озимой пшеницей.

Таблица 3. Группы отдельных показателей, определяющих формирование урожайности озимой пшеницы в 2017-2022 гг.

Урожайность, т/га	0,5-2,5	2,6-4,5	4,6-6,5	6,6-8,5	-	Итого
Частота, шт. / %	3 / 25,0	3 / 25,0	5 / 41,7	1 / 8,3	-	12 / 100
Агрофизические показатели плодородия почвы						
Влажность почвы, %	8,6-11,0	11,1-13,5	13,6-15,0	15,1-17,5	17,6-20,0	Итого
Частота, шт. / %	1 / 8,3	5 / 41,7	4 / 33,3	1 / 8,3	1 / 8,3	12 / 100
Плотность почвы, г/см ³	1,16-1,20	1,21-1,25	1,26-1,30	1,31-1,35	1,36-1,40	Итого
Частота, шт. / %	1 / 8,3	1 / 8,3	3 / 25,0	4 / 33,3	3 / 25,0	12 / 100
Твердость почвы, кПа	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	Итого
Частота, шт. / %	3 / 25,0	3 / 25,0	3 / 25,0	2 / 16,7	1 / 8,3	12 / 100
Биологические показатели плодородия почвы						
Биологическая активность почвы, %	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	Итого
Частота, шт.	2 / 16,7	4 / 33,3	4 / 33,3	1 / 8,3	1 / 8,3	12 / 100
Биологическая токсичность почвы, %	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	Итого
Частота, шт.	3 / 25,0	3 / 25,0	3 / 25,0	2 / 16,7	1 / 8,3	12 / 100
Содержание гумуса в 0-20 см почвы, %	2,1-2,25	2,26-2,5	2,51-2,75	2,76-2,80	2,81-2,85	Итого
Частота, шт.	3 / 25,0	4 / 33,3	3 / 25,0	1 / 8,3	1 / 8,3	12 / 100
Агрохимические показатели плодородия почвы						
Содержание общего азота в 0-20 см %	0,106-0,110	0,111-0,115	0,116-0,120	0,121-0,125	0,126-0,130	Итого
Частота, шт.	1 / 8,3	1 / 8,3	3 / 25,0	3 / 25,0	4 / 33,3	12 / 100
Содержание фосфора в слое 0-20 см, мг/кг почвы	101-175	176-200	201-225	226-250	251-275	Итого
Частота, %	3 / 25,0	3 / 25,0	4 / 33,3	1 / 8,3	1 / 8,3	12 / 100
Содержание калия в слое 0-20 см, мг/кг почвы	101-125	126-150	151-200	201-225	226-250	Итого
Частота, %	1 / 8,3	3 / 25,0	4 / 33,3	3 / 25,0	1 / 8,3	12 / 100

Наибольшее количество урожайных данных укладывалось в группу 4,6-6,6 т/га, что соответствовало 5 повторениям из 12 или 41,7% из 100. По 25% приходилось на интервалы 0,5-2,5 и 2,6-4,5 т/га, замыкала перечень распределения урожайности 6,6-8,5 т/га – 8,3%.. из числа агрофизических показателей плодородия наибольшее влияние на формирование урожая оказал интервал 11,1-13,5% с частотой 5 шт. или 41,7%, далее идет 13,6-15%, 4 шт. и 33,3% соответственно. Плотность почвы, обеспечивающая наибольшую урожайность, оказалась 1,31-1,35 г/см³ или 33,3%. Наилучшим образом складывались условия для урожая при величине твердости почвы от 56 до 70 кПа, т.е. в 25% случаев. Оптимальная биологическая активность почвы соответствовала значению 11-15 и 16-20% – 33,3% частоте. Наиболее благоприятная биологическая токсичность приходилась на широкий диапазон от 16 до 30%. Наилучшие условия питания растений соответствовали содержанию азота 0.126-0,130% – 33,3%, фосфора – 201-225 мг/кг почвы – 25% и калия – 151-200 мг/кг – 33,3%.

Распределение урожайности картофеля свидетельствует о преобладании интервала от 25,1 до 27,5 т/га, 5 шт. или 41,7%, далее идет 22,6-25,0 т/га, т.е. 3 шт. или 25% (таблица 4).

Таблица 4. Группы отдельных показателей, определяющих формирование урожайности картофеля в 2017-2022 гг.

Урожайность, т/га	20-22,5	22,6-25,0	25,1-27,5	27,6-30,0	30,1-32,5	Итого
Частота, шт. / %	2 / 16,7	3 / 25,0	5 / 41,7	1 / 8,3	1 / 8,3	12 / 100
Агрофизические показатели плодородия почвы						
Влажность почвы, %	8,0-10,5	10,6-12,0	12,1-14,5	14,6-16,0	16,1-18,5	Итого
Частота, шт. / %	1 / 8,3	2 / 16,7	6 / 50,0	2 / 16,7	1 / 8,3	12 / 100
Плотность почвы, г/см ³	1,16-1,20	1,21-1,25	1,26-1,30	1,31-1,35	1,36-1,40	Итого
Частота, шт. / %	1 / 8,3	1 / 8,3	3 / 25,0	4 / 33,3	3 / 25,0	12 / 100
Твердость почвы, кПа	40-45	46-50	51-55	56-60	61-65	Итого
Частота, шт. / %	3 / 25,0	3 / 25,0	3 / 25,0	2 / 16,7	1 / 8,3	12 / 100
Биологические показатели плодородия почвы						
Биологическая активность почвы, %	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	Итого
Частота, шт.	2 / 16,7	5 / 41,7	2 / 16,7	2 / 16,7	1 / 8,3	12 / 100
Биологическая токсичность почвы, %	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	Итого
Частота, шт.	1 / 8,3	3 / 25,0	4 / 33,3	3 / 25,0	1 / 8,3	12 / 100
Содержание гумуса в 0-20 см почвы, %	1,96-2,0	2,1-2,25	2,26-2,5	2,51-2,75	2,76-2,80	Итого
Частота, шт.	2 / 16,7	3 / 25,0	4 / 33,3	3 / 25,0	-	12 / 100
Агрохимические показатели плодородия почвы						
Содержание общего азота в 0-20 см %	0,106-0,110	0,111-0,115	0,116-0,120	0,121-0,125	0,126-0,130	Итого
Частота, шт.	1 / 8,3	4 / 33,3	3 / 25,0	3 / 25,0	1 / 8,3	12 / 100
Содержание фосфора в слое 0-20 см, мг/кг почвы	101-175	176-200	201-225	226-250	251-275	Итого
Частота, %	2 / 16,7	3 / 25,0	5 / 41,7	1 / 8,3	1 / 8,3	12 / 100
Содержание калия в слое 0-20 см, мг/кг почвы	101-125	126-150	151-200	201-225	226-250	Итого
Частота, %	1 / 8,3	1 / 8,3	4 / 33,3	4 / 33,3	2 / 16,7	12 / 100

Максимально преобладающая влажность почвы из числа агрофизических показателей соответствовала 12,1-14,5%, 5 случаям или 50%, плотность почвы наибольшей была в интервале 1,31-1,35 г/см³, 4 шт. – 33,3%. Агрофизические свойства почвы оптимальными были в интервале твердости от 40 до 55 кПа. Биологические свойства наилучшим образом складывались при биологической активности почвы 11-15;% – 5 шт. или 41,7%, биологической токсичности в пределах 31-35%, 4 шт., или 33,3%, содержании гумуса в 0-20 см соответственно 2,26-2,5%, 4 шт. и 33,3%. Более качественное питание растений картофеля обуславливалось содержанием общего азота 0,111-0,115%, 4 показателя или 33,3%, фосфора 201-225 мг/кг почвы – 5 шт. 41,7%, калия 151-200 и 151-200 мг/кг почвы, т.е. 4 повторения.

Наиболее встречающиеся группы по урожайности ячменя в период проведения опыта – 1,5-2,1 т/га – 33,3%.; 2,2-2,8 и 2,9-3,5 т/га, соответственно по 25% (табл. 5).

Таблица 5. Группы отдельных показателей, определяющих формирование урожайности ячменя в 2017-2022 гг.

Урожайность, т/га	1,5-2,1	2,2-2,8	2,9-3,5	3,6-4,2	4,3-4,9	Итого
Частота, шт. / %	4 / 33,3	3 / 25,0	1 / 8,3	3 / 25,0	1 / 8,3	12 / 100
Агрофизические показатели плодородия почвы						
Влажность почвы, %	6,0-8,5	8,6-11,0	11,1-13,5	13,6-15,0	15,1-17,5	Итого
Частота, шт. / %	1 / 8,3	2 / 16,7	6 / 50,0	2 / 16,7	1 / 8,3	12 / 100
Плотность почвы, г/см ³	-	1,21-1,25	1,26-1,30	1,31-1,35	1,36-1,40	Итого
Частота, шт. / %	-	2 / 16,7	4 / 33,3	3 / 25,0	3 / 25,0	12 / 100
Твердость почвы, кПа	-	46-50	51-55	56-60	61-65	Итого
Частота, шт. / %	-	6 / 50,0	3 / 25,0	2 / 16,7	1 / 8,3	12 / 100
Биологические показатели плодородия почвы						
Биологическая активность почвы, %	6-10	11-15	16-20	21-25	-	Итого
Частота, шт.	4 / 33,3	5 / 41,7	2 / 16,7	1 / 8,3	-	12 / 100
Биологическая токсичность почвы, %	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	Итого
Частота, шт.	1 / 8,3	1 / 8,3	3 / 25,0	4 / 33,3	3 / 25,0	12 / 100
Содержание гумуса в 0-20 см почвы, %	1,96-2,0	2,1-2,25	2,26-2,5	2,51-2,75	2,76-2,80	Итого
Частота, шт.	1 / 8,3	3 / 25,0	5 / 41,7	3 / 25,0	1 / 8,3	12 / 100
Агрохимические показатели плодородия почвы						
Содержание общего азота в 0-20 см, %	0,106-0,110	0,111-0,115	0,116-0,120	0,121-0,125	0,126-0,130	Итого
Частота, шт.	1 / 8,3	4 / 33,3	3 / 25,0	3 / 25,0	1 / 8,3	12 / 100
Содержание фосфора в слое 0-20 см, мг/кг почвы	101-175	176-200	201-225	226-250	251-275	Итого
Частота, %	2 / 15,6	3 / 21,9	5 / 41,7	1 / 9,4	1 / 6,25	12 / 100
Содержание калия в слое 0-20 см, мг/кг почвы	101-125	126-150	151-200	201-225	226-250	Итого
Частота, %	-	1 / 8,3	4 / 33,3	4 / 33,3	3 / 25,0	12 / 100

Максимальное количество повторений по влажности почвы представлено группой 11,1-13,5% – с частотой 6 шт. – 50%. Плотность почвы наибольшей была в интервале 1,26-1,30 г/см³ и твердость почвы более высокой оказалась при 46-50 кПа в половине данных. Из числа биологических показателей наибольшая активность соответствовала группе 11-15% или 41,7%, токсичность – 26-30% или 33,3% и содержание гумуса – 2,26-2,5% – 41,7%. Среди агрохимических показателей преобладали по содержанию общего азота 0,111-0,115% – 33,3%, подвижного фосфора 201-225 мг/кг почвы – 41,7%, обменного калия лидировали две группы: 151-200 и 201-225 мг/кг почвы, т.е. в 4 случаях или 33,3%.

Выводы

1. Шестилетние данные обусловили эффективность в зернопропашном севообороте отвальной обработки в сравнении с минимальной (нулевой), что связано с более высокой засоренностью посевов на втором варианте, нарушениями в агротехнике, прежде всего и при использовании и применении пестицидов. Вспашка опережала альтернативные варианты по озимой пшенице на 0,98 т/га, картофелю – на 2,5 т/га, ячменю – на 0,09 т/га.

2. Доля участия в повышении урожайности полевых культур агрофизических показателей: влажности – 30%, плотности – 40%, твердости – 30%; биологических: биологической активности – 40%; биологической токсичности – 40%, содержания гумуса – 20%; агрохимических: содержание общего азота – 35%, подвижного фосфора – 30%, обменного калия – 35%.

3. Появилась вероятность прогноза урожайности отдельных сельскохозяйственных культур и, наоборот, имея данные по урожайности, можно делать, пусть предварительные, выводы по показателям развития растений и формирования урожайности, почвенного плодородия. Это одна из особенностей технологии точного земледелия, когда появляется реальная возможность влияния на продуктивность культур и отдельные показатели, на нее влияющие и от них зависящие.

Список источников

1. Агробиотехнологии XXI века / Научные и практические аспекты технологии точного земледелия в полевом опыте ЦТЗ: коллективная монография // ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева. Москва: ООО «Мегаполис», 2022. С. 300-325.

2. Беленков А.И., Береза Д.В. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой почвы под культурами зернопропашного севооборота // Агрохимический вестник. № 4. 2021. С. 3-8.

3. Гилев С.Д., Волынкина О.В., Суркова Ю.В. Влияние природных и агротехнических факторов на содержание гумуса в почве // Агрохимический вестник. № 4. 2020. С. 36-46.

4. Железова С.В. и др. Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта Центра точного земледелия РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева) / С.В. Железова, Т.А. Акимов, О.О. Белашапкина, Е.В. Березовский // Агрохимия. 2017. № 4. С. 72-82.

5. Железова С.В. и др. Твёрдость пахотного слоя почвы при традиционной, минимальной и нулевой обработке / С.В. Железова, А.А. Ананьев, А.И. Беленков, Т.А. Гурова // Мат. II Междунар. науч. конф. «Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего». Санкт-Петербург: ФГБНУ АФИ, 2019. С. 67-74.

6. Матюк Н.С. и др. Влияние разных систем обработки и удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы / Н.С. Матюк, М.А. Мазиров, В.Д. Полин, Н.В. Малахов // Земледелие. № 2. 2018. С. 33-36.

7. Полин В.Д., Смелкова И.А. Изменение сорного компонента под действием ресурсосберегающих систем обработки почвы в зернопропашном севообороте и методы борьбы с ним // Земледелие. 2015. № 8. С. 29-32.

8. Awada L., Lindwall C.W., Sonntag B. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies // Int. Soil Water Conserv. Res. 2014. No. 2. Pp. 47-65.

9. Belenkov A.I., Mazirov M.F., Nikolaev V.A., Zinchenko S.I. Role and significance of treatment in modern farming systems // Tol confireeenceee Series Esarth and environmental Sciece. ASAGRT 2020. 2021. Pp. 012-019.

10. Blanco-Canqui H., Ruis S.J. No-tillage and soil physical environment // Geoderma. 2018. Vol. 326. Pp. 164-200.

References

1. Agrobiotechnologies of the XXI century / 5.2 Scientific and practical aspects of precision farming technology in the field experience of the Central Agricultural Plant: a collective monograph. FSBEI HE RSAU – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Moscow: Megapolis LLC Publ., 2022. Pp. 300-325.

2. Belenkov A.I., Bereza D.V. Agrochemical characteristics of sod-podzolic soil under crops of grain crop rotation. Agrochemical bulletin, no. 4, 2021, pp. 3-8.

3. Gilev S.D., Volynkina O.V., Surkova Yu.V. Influence of natural and agrotechnical factors on the content of humus in the soil. Agrochemical bulletin, no. 4, 2020, pp. 36-46.

4. Zheleznova S.V. et al. The influence of different technologies of winter wheat cultivation on the yield and phytosanitary condition of crops (on the example of the field experience of the Center for Precision Agriculture of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev). S.V. Zheleznova, T.A. Akimov, O.O. Beloshapkina, E.V. Berezovsky. Agrochemistry, 2017, no. 4, pp. 72-82.

5. Zhelezova S.V. et al. Hardness of the arable soil layer under traditional, minimal and zero treatment. S.V. Zheleznova, A.A. Ananyev, A.I. Belenkov, T.A. Gurova. Mat. II International Scientific Conference «Trends in the development of agrophysics: from actual problems of agriculture and crop production to technologies of the future». St. Petersburg: FGBNU AFI, 2019. Pp. 67-74.

6. Matyuk N.S. et al. The influence of different processing systems and fertilizers on the fertility of sod-podzolic soil. N.S. Matyuk, M.A. Mazurov, V.D. Polin, N.V. Malakhov. Zemledelie, no. 2, 2018, pp. 33-36.

7. Polin V.D., Smelkova I.A. The change of the weed component under the action of resource-saving tillage systems in grain-tillage crop rotation and methods of combating it. Agriculture, 2015, no. 8, pp. 29-32.

8. Awada L., Lindwall C.W., Sonntag B. The development and adoption of conservation tillage systems on the Canadian Prairies. Int. Soil Water Conserv. Res, 2014, no. 2, pp. 47-65.

9. Belenkov A.I., Mazirov M.F., Nikolaev V.A., Zinchenko S.I. Role and significance of treatment in modern farming systems. Tol confireeenceee Series Eearth and environmental Sciece, ASAGRT 2020, 2021, pp. 012-019.

10. Blanco-Canqui H., Ruis S.J. No-tillage and soil physical environment. Geoderma, 2018, vol. 326, pp. 164-200.

Информация об авторах

А.И. Беленков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, консультант отдела селекции кормовых культур;

М.А. Мазиров – доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела;

А.В. Зелнев – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник.

Information about the authors

A.I. Belenkov – Doctor of agricultural sciences, professor, consultant of the department of forage crops breeding;

M.A. Mazirov – Doctor of biological sciences, professor of the department of agriculture; experimental methods;

A.V. Zelenev – Doctor of agricultural sciences, chief researcher.

Научная статья

УДК: 631.82:633.13:631.442.1:546.36

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-84-91

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА, ВОЗДЕЛЫВАЕМОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Воробьева Людмила Алексеевна^{1✉}, Анищенко Валерий Александрович²,
Адамко Василий Николаевич³

^{1,2,3}Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Брянская область,
Новозыбков, Россия

^{1,2,3}ngsos-vniia@yandex.ru ✉

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, полученные в длительном полевом опыте на дерново-подзолистой почве легкого гранулометрического состава с плотностью загрязнения ^{137}Cs – 20 и более $\text{Ки}/\text{км}^2$, было изучено влияние длительного применения минеральных удобрений в разных дозах на продуктивность и качество зерна овса, и на переход радионуклидов в зерно и побочную продукцию овса. В результате исследований было установлено, что максимальное увеличение урожайности зерна овса было получено от применения минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{K}_{90}$, прибавка – 122%, данный вариант минерального питания растений максимально снижал удельную активность ^{137}Cs : в зерне в 3,4 раза, в соломе овса в два раза. Применение минеральных удобрений повышало содержание сырого белка в зерне овса, максимальное увеличение содержания белка отмечалось в варианте $\text{N}_{90}\text{K}_{90}$ на 1,07%. Проведенные исследования показали достоверное увеличение, за счет вносимых удобрений, показателей биохимического состава зерна, таких как сырого жира и сырой золы. Отмечена тенденция к повышению содержания клетчатки в зерне овса. Дана оценка действию минеральных удобрений на технологические (физические) свойства зерна: масса 1000 зёрен и натура зерна.

Ключевые слова: овес, дерново-подзолистая почва, минеральные удобрения, урожайность, качество, накопление, ^{137}Cs

Для цитирования: Воробьева Л.А., Анищенко В.А., Адамко В.Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность и качество зерна овса, возделываемого на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С.26-35. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-84-91>.

Original article

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF OATS GRAIN CULTIVATED ON SOD-PODZOLIC SANDY SOIL UNDER CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

Lyudmila A. Vorobyova^{1✉}, Valery A. Anishchenko², Vasily N. Adamko³

^{1,2,3}Novozybkovskaya Agricultural Farm – branch of the Federal Research Center
«V.R. Williams VIC», Bryansk region, Novozybkov, Russia

^{1,2,3}ngsos-vniia@yandex.ru ✉

Abstract. The article presents the results of research obtained in a long-term field experiment on sod-podzolic soil of light granulometric composition with contamination density ^{137}Cs – 20 and more Ku/km^2 , the effect of prolonged use of mineral fertilizers in different doses on the productivity and quality of oat grain, and on the transition of radionuclides into grain and by-products of oats was studied. As a result of research, it was found that the maximum increase in oat grain yield was obtained from the use of mineral fertilizers at a dose of $\text{N}_{90}\text{K}_{90}$, an increase of 122%, this variant of mineral nutrition of plants maximally reduced the specific activity ^{137}Cs : in grain by 3.4 times, in oat straw by two times. The use of mineral fertiliz-

ers increased the crude protein content in oat grain, the maximum increase in protein content was noted in the N₉₀ K₉₀ variant by 1,07%. The conducted studies showed a significant increase, due to the applied fertilizers, indices of the biochemical composition of grain, such as crude fat and crude ash. There was a tendency to increase the fiber content in oat grains. The effect of mineral fertilizers on the technological (physical) properties of grain is assessed: the weight of 1000 grains and the nature of the grain

Keywords: oats, sod-podzolic soil, mineral fertilizers, yield, quality, accumulation, ¹³⁷Cs

For citation: Vorobyova L.A., Anishchenko V.A., Adamko V.N. The effect of mineral fertilizers on the productivity and quality of oats grain cultivated on sod-podzolic sandy soil under conditions of radioactive contamination. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 84-91. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-84-91>.

Введение

Овес – важнейшая и наиболее распространенная зернофуражная культура в Нечерноземной зоне, которая используется как на продовольственные (его используют при производстве круп, геркулеса, толокна, галет, кофе), так и на кормовые цели. В России зерновое хозяйство составляет основу растениеводства, и одной из главных зерновых культур является овес. Зерно овса – незаменимый концентрированный корм для животных. Овсяная солома и мякина, идущие на корм животных, по питательным свойствам более ценны, чем солома и мякина других зерновых культур. В настоящее время овес является перспективной сельскохозяйственной культурой с точки зрения новых способов переработки исходного сырья, поскольку обладает рядом ценных свойств, отвечающих требованиям функциональности продуктов питания, а также позволяющих использовать его в кормовых и медико-профилактических целях [10]. Важной задачей растениеводства в Нечерноземной зоне является увеличение производства зерна овса, это возможно за счет применения минеральных удобрений [2].

В Нечерноземной зоне России распространён тип почвы – дерново-подзолистые, особенностью дерново-подзолистой песчаной почвы является низкое естественное плодородие, которое не обеспечивает получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Для интенсивного земледелия и повышения продуктивности зерновых культур, и воспроизводства почвенного плодородия большое значение имеет научно обоснованное применение органических и минеральных удобрений [13]. На почвах легкого гранулометрического состава необходим целый комплекс агроприемов, среди них главное – рациональное применение удобрений и мелиорантов [11;9;4;8]. Вместе с тем применение минеральных удобрений на почвах, загрязненных ¹³⁷Cs, существенно влияет на поступление радионуклидов в растения и их накопление в урожае. Снижение накопления радионуклидов в растениях является важнейшей задачей сельскохозяйственных производителей. Система применения удобрений должна способствовать уменьшению поступления в растения радионуклидов [1;5;12].

Целью исследований было изучение эффективного применения различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна овса, на снижение поступления радионуклидов в конечную продукцию.

Материалы и методы исследований

Изучение влияния длительного применения удобрений на продуктивность и качественные показатели овса проводилось в длительном стационарном полевом опыте, заложенном в 1954-1955 годах на полях Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции – филиал ФНЦ «ВИК им В.Р. Вильямса» в севообороте со следующим чередованием культур: 1. Люпин на удобрение. 2. Озимая рожь. 3. Картофель. 4. Овес. 5. Горох. 6. Озимая рожь. 7. Люпин на зерно. 8. Ячмень. Исследования проводились в 2013-2020 гг. (восьмая ротация севооборота).

Агрохимическая характеристика опытного участка в начале восьмой ротации при проведении исследований была следующей (среднее по опыту): гумус (по Тюрину) 1,38-1,98%;

pH_{KCl} 4,5 - 4,7; Hg – 2,22 - 3,34 мг. экв/100 г почвы; P_2O_5 21,5 – 39,7 и K_2O 3,6 - 11,1 мг/100 г почвы.

Плотность загрязнения опытного участка во время проведения опыта цезием 137 – 560-700 кБк/м².

Опыт имеет в натуре 8 полей. Размер посевных делянок $38,4 \times 7,2 = 276,48$ м², учетная – $5,2 \times 30 = 156$ м². Повторность опыта трехкратная.

В опыте под овес использовались следующие удобрения: аммиачная селитра (34,4% N), калий хлористый (56% K₂O) и CaCO₃.

Опыт включает в себя следующие варианты минеральных удобрений: 1) N₉₀K₉₀, 2) N₆₀K₆₀, 3) N₆₀, 4) N₆₀K₆₀, 5) контроль (без удобрений), 6) N₆₀K₆₀, 7) N₆₀K₆₀, 8) N₉₀K₉₀.

Всю расчетную дозу минеральных удобрений под овес вносили вручную в предпосевную обработку почвы, CaCO₃ вносили под вспашку участка. Предшественником овса является картофель, где применялись органические удобрения в разных дозах, так в вариантах 1,2,3 и 6 органические удобрения в дозе 40 т/га, в 7 и 8 вариантах применялась двойная доза органических удобрений – 80 т/га, а варианты 4 и 5 – без применения органических удобрений под предшественник.

Объектом исследований в опыте являлся овес, сорт Скакун. Норма высева 5,5 млн. всхожих зерен на 1 га.

Предпосевную подготовку почвы и уход за растениями в опыте осуществляли с учетом технологии по интенсивному возделыванию зерновых культур, рекомендованной для дерново-подзолистых песчаных почв.

Закладка полевого опыта, лабораторно-аналитические работы и статистический анализ проводились по методикам [3;7;6].

Оценивая метеорологические условия в годы проведения исследований, можно сказать, что вегетационные периоды этих лет существенно различались по увлажнению и теплообеспеченности. Так 2013, 2017 и 2019 гг. были засушливыми и отличались низким запасом продуктивной влаги в почве, неравномерным распределением весенне-летних осадков и более высокой температурой воздуха в первой половине вегетации растений. Также стоит отметить года (2014, 2015 и 2020 гг.), которые характеризовались достаточным количеством осадков и температурой воздуха близкой к среднемноголетним значениям.

Результаты исследований и их обсуждение

Средняя урожайность овса за восемь лет, за 8 ротацию севооборота (2013-2020 гг.) представлена в таблице 1.

Как видно из приведенных в таблице данных, урожайность зерна овса в контрольном варианте 0,84 т/га, применение в схеме опыта только азотных удобрений в дозе 60 кг/га, на фоне последствия 40 т/га органических удобрений урожайность зерна овса увеличилась на 60 %. В варианте опыта с внесением минеральных удобрений в дозе N₆₀K₆₀, на фоне последствия 40 т/га органических удобрений урожайность зерна овса увеличилась на 0,86 т/га (вариант 2).

В схеме опыта присутствует вариант минерального питания, где в севообороте в этом варианте не вносятся органические удобрения. Минеральные под овес в этом варианте вносятся в дозе N₆₀K₆₀, урожай составил 1,53 т/га, прибавка к контролю 0,69 т/га (вариант 4). В проводимых нами исследованиях максимальная доза минеральных удобрений – N₉₀K₉₀, от применения этой дозы минеральных удобрений и последствия органики урожайность зерна овса увеличилась до 1,86 т/га, прибавка к контрольному варианту составила 110%. В схеме опыта есть два варианта последствия 80 т/га органических удобрений, вносимых под предшественник (картофель) с дозами минеральных удобрений – N₆₀K₆₀ и N₉₀K₉₀ вариант 7 и 8 (табл. 1), значительного повышения урожая за счет последствия двойной дозы органики не отмечалось, присутствовала устойчивая тенденция к повышению урожайности зерна.

Установлено, что в условиях вегетационных периодов в наших исследованиях наибольшая урожайность зерна овса была получена в вариантах с максимальными дозами минеральных удобрений – N₉₀K₉₀.

Урожай соломы овса на контроле – 2,1 т/га (табл. 1), действие минеральных удобрений и последствие органических удобрений было таким же, как и на урожайность зерна овса, максимальный сбор соломы в вариантах с дозами минеральных удобрений – N₉₀K₉₀ (вариант 1 и 8), прибавка 121 и 127%.

Таблица 1. Влияние длительного применения минеральных удобрений на урожайность овса, т/га (средняя, 2013-2020 гг.)

Вариант	Зерно			Солома			Окупаемость удобрений прибавкой зерна, кг/кг	
	урожайность, т/га	прибавка		урожайность, т/га	прибавка			
		т/га	%		т/га	%		
1	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	1,86	1,02	110	4,3	2,2	121	5,7
2	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	1,70	0,86	85	3,8	1,7	102	7,2
3	N ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	1,43	0,59	60	3,3	1,2	70	9,8
4	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	1,53	0,69	76	3,7	1,6	82	5,8
5	CaCO ₃ 5 т/га контроль	0,84	-	-	2,1	-	-	-
6	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	1,60	0,76	85	3,9	1,8	90	6,3
7	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	1,73	0,89	99	4,2	2,1	106	7,4
8	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	1,91	1,07	122	4,6	2,5	127	5,9
НСР ₀₅ , т/га		0,14	-	-	0,6	-	-	-

Наибольшая окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений прибавкой урожая зерна зафиксирована в варианте с применением N₆₀ и составила 9,8 кг (табл. 1), с возрастанием доз минеральных удобрений, применяемых в схеме опыта, наблюдалось снижение окупаемости.

Таблица 2. Влияние длительного применения минеральных удобрений на содержание N-NO₃ в зерне овса и удельную активность ¹³⁷Cs в зерне и соломе овса, Бк/кг (среднее, 2013-2020 гг.)

Вариант	Зерно			Солома		
	содержание, N-NO ₃ , мг/кг	содержание, Бк/кг	кратность снижения, раз	содержание, Бк/кг	кратность снижения, раз	
1	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	92	26	3,4	161	2,0
2	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	86	33	2,7	183	1,7
3	N ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	82	50	1,8	233	1,4
4	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	88	45	1,9	204	1,5
5	CaCO ₃ 5 т/га контроль	65	88	-	315	-
6	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	83	38	2,3	189	1,7

	последствие навоз 40 т/га					
7	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	86	37	2,4	186	1,7
8	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	95	32	2,8	164	1,9
НСР ₀₅ , мг/кг, Бк/кг		9	7		19	

Примечание: для продовольственного зерна требование ПДУ ТРТС 015 / 2011 – 60 Бк/кг, для фуражного зерна ПДУ ТРТС 015 / 2011 – 180 Бк/кг. для соломы ВП – 13.5.13./ 06 – 01 – 400 Бк/кг. ПДК нитратов для зернофуража – 300 мг/кг.

При возделывании сельскохозяйственных культур на почвах, загрязненных радионуклидами, важным показателем качества является содержание ¹³⁷Cs в конечной продукции растениеводства, соответствующей нормативным требованиям. Удельная активность ¹³⁷Cs в зерне и соломе овса в среднем за восемь лет представлена в таблице 2.

Анализируя табличные данные, можно отметить, что удельная активность ¹³⁷Cs в зерне овса, в среднем за восемь лет, на неудобренном контрольном варианте самая высокая - 88 Бк/кг (вариант 5), что выше требования ПДУ ТРТС 015 / 2011 (60 Бк/кг) для использования зерна в продовольственных целях. Анализ динамики концентрации ¹³⁷Cs в зерне овса показывает, что за счет применения минеральных удобрений отмечается снижение накопления радионуклидов по всем вариантам их применения, максимальное снижение в варианте с дозой удобрения N₉₀K₉₀ в 3,4 раза. То есть, с увеличением урожайности зерна под влиянием применяемых систем удобрений за счет эффекта биологического разбавления отмечено достоверное уменьшение удельной активности ¹³⁷Cs в урожае конечной продукции.

Удельная активность ¹³⁷Cs в соломе (как и зерна) самая высокая на контрольном варианте – 315 Бк/кг, применение минеральных удобрений по схеме опыта способствовало снижению удельной активности цезия – 137, в сравнении с контрольным вариантом в соломе в 1,4-2 раза.

Применение азотных удобрений может приводить к накоплению нитратов в конечной продукции овса. Накопление нитратов в зерне овса колебалось по вариантам опыта от 65 до 95 мг/кг, повышение уровня минерального питания овса способствовало повышению содержания нитратов в зерне, но содержание нитратов в зерне овса по всем вариантам опыта было ниже ПДК.

Содержание белка в зерне овса (в среднем за 8 лет) на варианте без применения минеральных удобрений – 6,77% (табл. 3). От применения минеральных удобрений содержание белка повышалось. В вариантах с дозами N₉₀K₉₀ содержание белка было 7,73%. Максимальный сбор белка зерном овса обеспечили варианты с применением повышенных доз минеральных удобрений.

На контрольном варианте содержание жира 3,49% (средне за 8 лет), за счет применения минеральных удобрений содержание жира повышается до 3,91% в варианте N₉₀K₉₀.

Таблица 3. Влияние длительного применения минеральных удобрений на биохимический состав зерна овса, % (среднее, 2013-2020 гг.)

Вариант		Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	7,77	3,78	12,65	2,36	0,55	0,63
2	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	7,63	3,76	12,61	2,31	0,55	0,61
3	N ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	7,45	3,61	12,52	2,25	0,54	0,62
4	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	7,11	3,61	12,71	2,26	0,52	0,62
5	CaCO ₃ 5 т/га контроль	6,70	3,49	12,35	1,99	0,51	0,62

6	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	7,29	3,72	12,72	2,28	0,52	0,63
7	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	7,38	3,79	12,80	2,28	0,54	0,64
8	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	7,45	3,91	12,78	2,39	0,54	0,64
НСР _{05, %}		0,41	0,12	1,42	0,09	0,03	0,02

В варианте без применения минеральных удобрений содержание сырой клетчатки – 12,35% (табл. 3), применение минеральных удобрений по схеме опыта дало устойчивую тенденцию к повышению содержания клетчатки в зерне овса.

Сырой золы в варианте без применения минеральных удобрений – 1,99%, все дозы минеральных удобрений, а также последствие органических удобрений, применяемых в схеме опыта, повышали содержание золы до 2,39%.

Содержание фосфора (P₂O₅) в зерне овса в условиях опыта варьировало от 0,51 до 0,54% (табл. 3). Наиболее высокие показатели по содержанию фосфора были получены в вариантах минеральной системы и последствие органических удобрений.

От применения минеральных удобрений значительных изменений в содержании калия (K₂O) в зерне овса не наблюдалось, оно было близко по всем вариантам опыта.

Важное значение среди технологических (физических) свойств зерна – масса 1000 зёрен и натура зерна (табл. 4). Следует отметить, что натура зерна представлена объёмной массой 1 л зерна в граммах.

В наших исследованиях натура зерна средняя за 8 лет на варианте без применения минеральных удобрений самая низкая – 397 г, применение минеральных удобрений по схеме опыта увеличивало массу зерна, самая высокая натура зерна была получена от применения минеральных удобрений в дозе N₉₀K₉₀ – 439 г.

Таблица 4. Влияние длительного применения минеральных удобрений на технологические свойства зерна овса (среднее, 2013-2020 гг.)

Вариант		Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л
1	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	34,8	439
2	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	33,9	425
3	N ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	34,0	419
4	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	33,7	413
5	CaCO ₃ 5 т/га контроль	32,4	397
6	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	34,7	438
7	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	34,8	425
8	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	35,0	435
НСР _{05, г, г/л,}		1,0	14

В проводимых нами исследованиях самая низкая масса 1000 зёрен отмечается в контрольном варианте (без применения минеральных удобрений) и составляет – 32,4 г, в вариантах с применением минеральных удобрений по схеме опыта масса 1000 зёрен увеличивалась на 1,3-2,6 г.

Выводы

1. Из вышеизложенного материала можно отметить, что в полевом опыте, проводимом на дерново-подзолистой песчаной почве, для получения максимальной урожайности зерна овса оптимальные дозы минеральных удобрений – N₉₀K₉₀, прибавка составила 1,07 т/га (122%).

2. Установлено, что максимальное снижение удельной активности ^{137}Cs в зерне и соломе овса было получено в варианте с применением минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{K}_{90}$, накопление радионуклидов в зерне овса снижалось в 3,4 раза, в соломе 1,4-2 раза.

3. Содержание белка в зерне овса, за счет применения минеральных удобрений, повышалось на 1,07%. Максимальный сбор белка зерном овса обеспечил вариант с применением повышенных доз минеральных удобрений.

4. Накопление нитратов в зерне овса было низким, применение минеральных удобрений способствовало повышению содержания нитратов в зерне, но содержание нитратов в зерне овса по всем вариантам опыта было ниже ПДК.

Список источников

1. Белоус Н.М. и др. Радиологические аспекты применения минеральных удобрений на радиоактивно загрязненных кормовых угодьях / Н.М. Белоус, А.Г. Подоляк, Е.В. Смольский, А.Ф. Карпенко // *Агрехимический вестник*. 2016. № 2. С. 10-14.

2. Белоус Н.М. и др. Потенциал продуктивности овса посевного в условиях Запада Брянской области / Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, Г.П. Малякко, В.Ф. Шаповалов, И.Н. Белоус // *Агрехимический вестник*. 2023. № 4. С. 22-25.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

4. Драганская М.Г., Белоус Н.М., Бельченко С.А. Продуктивность севооборотов в зависимости от систем и технологий возделывания культур // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2011. № 2. С. 13-19.

5. Коренев В.Б., Воробьева Л.А., Белоус И.Н. Урожайность кормовых и зерновых культур, и накопление ^{137}Cs в зависимости от внесения возрастающих доз калийных удобрений // *Вестник Брянской ГСХА*. 2013. № 5. С. 3-6.

6. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. Москва: ЦИНАО, 1985. 22 с.

7. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 1. Москва: ВИУА. 1975. 167 с.; Ч. 2. Москва: ВИУА. 1983. 170 с.; Ч. 3. Москва: ВИУА. 1985. 175 с.

8. Милютина Е.М. Агроэкологическая оценка комплексного применения средств химизации при возделывании овса в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов: автореф. дис. ... к.с.-х. н. / Е.М. Милютина. Брянск: ФБГОУ ВО Брянский ГАУ, 2021. 24 с.

9. Минеев В.Г. Агрехимия / В.Г. Минеев. Москва: Колос, 2004. 718 с.

10. Мишенькина О.Г., Захаров В.Г. Новые высокопродуктивные ценные по качеству сорта овса для Производства безопасных продуктов питания // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2017. № 4. С. 91-96.

11. Сычев В.Г. Агрехимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений / В.Г. Сычев, С.А. Шафран. Москва: Издательство ВНИИА, 2013. 296 с.

12. Сычев В.Г. и др. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрехимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв (к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС) / В.Г. Сычев, В.И. Лунёв, П.М. Орлов, Н.М. Белоус // *Сборник статей*. Москва ВНИИА, 2016. С. 184.

13. Федулова А.Д. Сравнительная агроэкологическая оценка последствий органических и минеральных удобрений в различных дозах и сочетания при возделывании овса на дерново-подзолистой почве: автореф. дис. ... к.б.н. / А.Д. Федулова. – Москва: ВНИИА. 2020. 26 с.

References

1. Belous N.M. et al. Radiological aspects of the use of mineral fertilizers on radioactively contaminated fodder plants. N.M. Belous, A.G. Podolyak, E.V. Smolsky, A.F. Karpenko. Agrochemical Bulletin, 2016, no. 2, pp. 10-14.
2. Belous N.M. et al. Productivity potential of sown oats in the conditions of the West of the Bryansk region. N.M. Belous, E.V. Smolsky, G.P. Malyavko, V.F. Shapovalov, I.N. Belous. Agrochemical Bulletin, 2023, no. 4, pp. 22-25.
3. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.
4. Draganskaya M.G., Belous N.M., Belchenko S.A. Productivity of crop rotations depending on systems and technologies of crop cultivation. Problems of agrochemistry and ecology, 2011, no. 2, pp. 13-19.
5. Korenev V.B., Vorobyova L.A., Belous I.N. Productivity of forage and grain crops, and accumulation of ^{137}Cs depending on the application of increasing doses of potash fertilizers. Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy, 2013, no. 5, pp. 3-6.
6. Methodological guidelines for the determination of natural radionuclides in soils and plants. Moscow: TSINAO Publ., 1985. 22 p.
7. Methodological guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers. Part 1. Moscow: VIUA Publ., 1975. 167 p.; Part 2. Moscow: VIUA Publ., 1983. 170 p.; Part 3. Moscow: VIUA Publ., 1985. 175 p.
8. Milyutina E.M. Agroecological assessment of the integrated use of chemicals in the cultivation of oats in conditions of radioactive contamination of agrocenoses: abstract. Dissertation of the Candidate of agricultural Sciences Bryansk: FSBEI HE Bryansk State Agricultural University, 2021. 24 p.
9. Mineev V.G. Agrochemistry. Moscow: Kolos Publ., 2004. 718 p.
10. Mishenkina O.G., Zakharov V.G. New highly productive varieties of oats valuable in quality for the production of safe food products. Legumes and cereals, 2017, no. 4, pp. 91-96.
11. Sychev V.G. Shafran S.A. Agrochemical properties of soils and the effectiveness of mineral fertilizers. Moscow: VNIIA Publishing House Publ., 2013. 296 p.
12. Sychev V.G. et al. Chernobyl: radiation monitoring of agricultural lands and agrochemical aspects of reducing the effects of radioactive soil pollution (to the 30th anniversary of the man-made accident at the Chernobyl nuclear power plant). V.G. Sychev, V.I. Lunev, P.M. Orlov, N.M. Belous. Collection of articles. Moscow VNIIA Publ., 2016, p. 184.
13. Fedulova A.D. Comparative agroecological assessment of the aftereffect of organic and mineral fertilizers in various doses and combinations when cultivating oats on sod-podzolic soil: abstract. Dissertation Candidate of Biological Sciences Moscow: VNIIA Publ., 2020. 26 p.

Информация об авторах

Л.А. Воробьева – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологического земледелия;

В.А. Анищенко – аспирант;

В.Н. Адамко – кандидат сельскохозяйственных наук, директор.

Information about the authors

L.A. Vorobyova – Candidate of agricultural sciences; leading researcher biological farming laboratories;

V.A. Anishchenko – Postgraduate student;

V.N. Adamko – Candidate of agricultural sciences, director.

Научная статья

УДК 633.15:632.1/7

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-92-99

ГИБРИДЫ КУКУРУЗЫ ДЛЯ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Галговская Людмила Анатольевна¹, Конарева Елена Анатольевна²✉

^{1,2}Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, Ставропольский край, Пятигорск, Россия

¹selektsiya.kukuruza@mail.ru

²e-m252@mail.ru✉

Аннотация. Потенциальная урожайность кукурузы очень высока, в благоприятных почвенно-климатических условиях урожай зерна кукурузы превышает 10т/га. В связи с тем, что кукуруза является универсальной культурой, зона ее применения очень разнообразна, от сельскохозяйственной до продовольственной промышленности, потребность в новых высокопродуктивных гибридах кукурузы растет с каждым годом. Постоянный спрос на кукурузу ставит задачи перед селекционерами по созданию высокопродуктивных гибридов кукурузы, отвечающим высоким требованиям потребителя. Изменение климатических условий за последнее десятилетие (высокая температура и дефицит осадков) привело к необходимости создания гибридов кукурузы, которые при стрессовых метеорологических условиях давали бы стабильные урожаи. Созданием таких гибридов и занимается ФГБНУ ВНИИ кукурузы, который расположен в Предгорной зоне Ставропольского края г. Пятигорска. За последние годы в институте создано много высокопродуктивных гибридов кукурузы различных групп спелости и различной направленности. По сравнению с ранее созданными гибридами они более высокоурожайные и наиболее пластичные к климатическим изменениям. Постоянное их сравнение дает широкую возможность оценить их продуктивность и другие, хозяйственно полезные признаки. С этой целью изучали ряд новых гибридов кукурузы, созданных селекционерами ФГБНУ ВНИИ кукурузы в сравнительной оценке с ранее рекомендуемыми. Исследования проведены в 2020-2023 годах. По результатам этой сравнительной оценки выявлено, что вновь создаваемые гибриды кукурузы наиболее приспособлены к стрессовым условиям выращивания и дают стабильно высокие урожаи.

Ключевые слова: гибриды, группа спелости, вегетационный период, урожайность, пластичность, продуктивность, эффективные температуры, гидротермический коэффициент

Для цитирования: Галговская Л.А., Конарева Е.А. Гибриды кукурузы для предгорной зоны Ставропольского края // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 92-99. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-92-99>.

Original article

CORN HYBRIDS FOR THE FOOTHILL ZONE OF THE STAVROPOL TERRITORY

Lyudmila A. Galkovskaya¹, Elena A. Konareva²✉

^{1,2}All-Russian Research Institute of Corn, Stavropol Territory, Pyatigorsk, Russia

¹selektsiya.kukuruza@mail.ru

²e-m252@mail.ru✉

Abstract. The potential yield of corn is very high, in favorable soil and climatic conditions, the yield of corn grain exceeds 10 tons / ha. Due to the fact that corn is a universal crop, the area of its application is very diverse, from agriculture to the food industry, the need for new highly productive corn hybrids is growing every year. The constant demand for corn poses challenges for breeders to create highly productive corn hybrids that meet the high requirements of the consumer. The change in climatic conditions over the past decade (high temperatures and lack of precipitation) has led to the need to create corn hybrids that would produce stable yields under stressful meteorological conditions. The creation of such hybrids is being carried out by the Federal State Budgetary Institution of the Corn Research Institute, which is lo-

cated in the Foothill zone of the Stavropol Territory of Pyatigorsk. In recent years, the Institute has created many highly productive corn hybrids of various ripeness groups and different directions. Compared with previously created hybrids, they are more high-yielding and most resilient to climate change. Their constant comparison provides a wide opportunity to assess their productivity and other economically useful signs. To this end, we studied a number of new corn hybrids created by breeders of the Federal State Budgetary Scientific Research Institute of Corn in a comparative assessment with previously recommended ones. The research was conducted in 2020-2023. According to the results of this comparative assessment, it was revealed that the newly created corn hybrids are most adapted to stressful growing conditions and produce consistently high yields.

Keywords: hybrids, maturity group, growing season, yield, plasticity, productivity, effective temperatures, hydrothermal coefficient

For citation: Galkovskaya L.A., Konareva E.A. Corn hybrids for the foothill zone of the Stavropol territory. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 92-99. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-92-99>.

Введение

Кукуруза – культура высокой продуктивности и разностороннего использования. Ни одно другое растение не имеет такого обширного и разнообразного применения, она является одной из наиболее распространенных и универсальных культур в мировом земледелии [1]. По своей универсальности кукуруза превосходит почти все зерновые культуры, на корм скоту используются зерно, силос, зеленая масса и сухие стебли кукурузного растения. В зерне кукурузы содержится 65-70% безазотистых экстрактивных веществ, 9-12% белка и 4-6% жира. В зародыше кукурузы содержание жира доходит до 40% [11]. В зерне желтозерных сортов кукурузы в большом количестве имеется провитамин А [10]. Богатство и разнообразие химического состава зерна кукурузы обуславливают высокую пищевую ценность этой культуры. Она пользуется широким спросом в пищевой промышленности (крупа, масло, крахмал и другие продукты питания), а также она является основной зернофуражной культурой для кормления всех видов животных и птицы, неотъемлемой частью комбикормов [3]. В кормопроизводстве умеренного климата кукурузе принадлежит роль основного источника транзитного крахмала, который содержится главным образом в зерне [3]. Поэтому при всем многообразии кормов, заготавливаемых из этой культуры (силос, дерть из початков с обертками, зерно-стержневая смесь, законсервированное плющенное зерно и др.), целью ее выращивания является зерновая часть урожая [4-8]. В связи с этим перед селекционерами стоит задача по созданию новых высокопродуктивных гибридов кукурузы. Потребность в новых высокопродуктивных гибридах кукурузы растет с каждым годом [9]. Основными решениями в удовлетворении этих потребностей является отбор высокоурожайных сортов и гибридов, а также разработка агротехнологии, которая позволяет получать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических условиях [10]. За последнее десятилетие климат значительно изменился, в связи с этим новые гибриды должны быть более адаптированы к этим изменениям, ведь все имеющиеся гибриды кукурузы вне зависимости от группы спелости и различий по направлению использования одинаково ведут себя в стрессовых ситуациях [2]. В связи с этим необходимо селекционную работу направить на выделение и создание гибридов кукурузы наиболее пластичных к изменениям климата.

Цель исследований – изучить зерновую продуктивность гибридов кукурузы, различных групп спелости, созданных и внесенных в Государственный реестр селекционных достижений в разные периоды, степень адаптивности и пластичности этих гибридов в связи с изменениями климатических условий.

Материалы и методы исследования

Территория землепользования ФГБНУ ВНИИ кукурузы, где и проводились исследования, расположена в четвертой зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Объектами исследования выбраны 11 гибридов разных групп спелости, а также различные по го-

дам внесения в Государственный реестр для дальнейшего использования их в производственных целях. Раннеспелая группа представлена гибридами: Машук 140 занесен в Госреестр в 2020г., Нур занесен в Госреестр в 2015г.; среднеранняя группа: Байкал занесен в Госреестр в 2016г., Машук 171 занесен в Госреестр в 2015г., Машук 172 занесен в Госреестр в 2019 г., Машук 168 занесен в Госреестр в 2021 г., Пятигорье занесен в Госреестр в 2023 г.; средне-спелая группа: гибриды Машук 320 занесен в Госреестр в 2023 г., Машук 355 занесен в Госреестр в 2008 г.; позднеспелая группа Машук 510 занесен в Госреестр в 2020г., Машук 515 занесен в Госреестр в 2021 г. В процессе работы по изучению вышеперечисленных гибридов проводились следующие фенологические наблюдения: дата посева, дата появления всходов (50%), дата цветения метелок и початков (50%), эти показатели очень важны для подсчета вегетационного периода гибридов. Урожайность гибридов изучалась в трехкратных повторениях, площадь делянки 7,8 м², влажность зерна определяли непосредственно во время уборки. Статистическую обработку проводили по методике Б.А Доспехова [4]. Кроме этого проводили замеры высоты растений и прикрепления початка. Почвенный покров хозяйства, где проводились исследования, представлен черноземами обыкновенными. Физические свойства черноземов хорошие. Предшественником в севообороте являлась пшеница. Средняя многолетняя температура воздуха за период вегетации (май-сентябрь) составляет 19,2 °С, а количество выпавших осадков 338,5 мм. Годы исследования по метеорологическим условиям отличались (таблица 1), что позволило сделать сравнительную оценку выбранных гибридов.

Таблица 1. Погодные условия за период вегетации кукурузы (май-сентябрь) в сравнении со среднемноголетними значениями 2020-2023 гг.

Среднесуточная температура воздуха, °С					Количество выпавших осадков, мм				
средняя много-летняя	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя много-летняя	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
19,2	20,2	20,3	20,1	20,2	338,5	280,0	382,3	234,9	322,4

Среднесуточная температура воздуха по годам исследования не сильно разнилась между собой и не на много превышала среднемноголетнее значение. Однако помимо среднесуточной температуры воздуха за период вегетации кукурузы на формирование урожая зерна существенное влияние оказывают другие факторы, и основным лимитирующим фактором являлось недостаточное выпадение осадков в течение всего вегетационного периода[1]. По количеству выпавших осадков 2021 г. наиболее влажный, за период май-сентябрь количество выпавших осадков превышало среднемноголетнее значение на 43,8 мм. Самый засушливый 2022 г. Немаловажными, кроме соблюдения агротехнических приемов, являются комфортные погодные условия в период от всходов до биологической или полной спелости зерна кукурузы. Оптимальной является температура 18-20 °С, слишком высокая температура воздуха (выше 25°С) в период цветения и опыления в совокупности с низкой влажностью воздуха провоцирует распад пыльцы на пути к пестичным цветкам. После цветения и формирования початка до полного его созревания требования к температуре уже не такие существенные, однако если в этот период будет солнечно и тепло, влагоотдача зерна значительно улучшится. Несмотря на то, что кукуруза имеет очень хорошо развитую глубоко проникающую корневую систему, она требовательна к влаге. Чтобы произвести 5-6 т/га зерна, кукуруза потребляет 2,6-3,4 млн. л. воды, то есть гораздо больше, чем другие зерновые культуры. Потребность кукурузы к влаге в разные периоды роста и развития также различна [7]. Особенно сильное потребление воды у растений кукурузы в стадии от 6 листа и до выметывания метелки. В этот период заканчивается формирование мужских и женских соцветий, происходит оплодотворение, и усиленно нарастает вегетативная масса. Водный стресс в этом промежутке роста и развития растения кукурузы на протяжении 20 дней может привести к потере

урожая до 50%. Затем уровень потребления влаги постепенно снижается, вплоть до фазы полной спелости. Однако и переизбыток влаги в фазу цветения может привести также к существенному снижению урожая зерна кукурузы. По годам исследования влагообеспеченность была нестабильной, что оказало влияние на формирование урожая зерна. Одним из важнейших показателей климатических условий считается гидротермический коэффициент (ГТК) [6]. ГТК показывает уровень влагообеспеченности, отражает соотношение температуры и осадков, его широко используют в агрономии для прогнозирования и оценки целесообразности выращивания различных сельскохозяйственных культур на различных территориях. Формулу расчета ГТК предложил российский климатолог Г.Т. Силянинов (1928 г.) [6], и она используется в мировой практике по сегодняшнее время. Формула имеет вид:

$$ГТК = \frac{\sum R}{0,1 \sum T \geq 10^{\circ}C}, \quad (1)$$

где $\sum R$ – сумма осадков за месяцы, $\sum T$ – сумма среднесуточных значений температуры воздуха больше 10 °С.

Расчет средне суммарного показателя ГТК за весь вегетационный период кукурузы не дает полной картины понимания климатических условий выращивания, поэтому нами сделан расчет по месяцам по основным фазам развития растений кукурузы (таблица 2).

Таблица 2. Гидротермический коэффициент за май-сентябрь, 2020-2023 гг.

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
2020	2,9	0,9	0,2	1,0	0,1	1,02
2021	1,7	1,0	1,0	1,0	1,7	1,3
2022	2,0	1,5	0,1	0,02	1,0	0,9
2023	1,3	2,2	0,5	0,06	0,9	1,0

Из таблицы видно, что май месяц за все четыре года исследований характеризуется оптимально допустимой и даже повышенной степенью влагообеспеченности. Июнь, на который приходится основная фаза роста и развития растений кукурузы, значительно отличается по годам, так в 2020-2021 гг. ГТК низкий, а в 2023 г. очень высокий. Июль – как раз то важное время, когда идет наращивание листостебельной массы и налив початка, за все четыре года исследования ГТК низкий, исключением является 2021 г. В августе тоже наблюдается низкий показатель ГТК в 2022-2023 гг., это сыграло немаловажную роль на формирование урожая, особенно у гибридов поздних групп спелости. Сентябрь – период уборки раннеспелых (в начале месяца) и позднеспелых гибридов кукурузы (к концу месяца), уровень избыточной влагообеспеченности может привести к повышенной влажности зерна при уборке и последующим затратам для искусственного послеуборочного досушивания зерна. Все года исследования, за исключением 2021 г., имели уровень ГТК приближенный к оптимальным значениям. В результате за 2020-2023 гг. самый большой уровень ГТК, как за весь период вегетации, так и по месяцам, был в 2021 г. Этот год можно считать наиболее благоприятным для роста и развития гибридов кукурузы различных групп спелости по сравнению с другими годами исследования.

Результаты исследований.

По результатам наблюдения и оценки выбранных нами 11 гибридов установлено непосредственное влияние погодных условий на формирование урожая и влажности зерна кукурузы. Каждому гибриду различной группы спелости (ФАО) для завершения жизненного цикла необходима определенная сумма эффективных температур(+10°С), и у всех она разная, чем меньше ФАО, тем меньше сумма эффективных температур необходима и наоборот. В таблице 3 приведены средние данные за четыре года исследований, кроме урожайности и влажности зерна на момент уборки.

Таблица 3. Результаты изучения гибридов кукурузы

Гибриды	Год	ФАО	СЭТ, °С	Высота растений, см	Урожай зерна т/га при 14% влажности по годам				Влажность зерна на момент уборки % по годам			
					2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
Машук 140	2020	140	2431,5	160-150	3,6	3,7	4,6	5,3	13,7	15,3	11,6	11,4
Нур	2015	150	2496,1	170-180	5,5	5,5	5,3	6,6	16,3	15,4	12,4	14,0
Байкал	2016	170	2650,8	200-210	4,4	5,3	4,2	5,9	9,8	12,3	10,4	11,7
Машук 171	2015	170	2631,2	230-235	4,1	6,2	5,1	7,2	13,9	13,5	12,4	13,8
Машук 172	2019	170	2631,2	210-220	5,7	6,5	5,0	6,0	13,5	14,5	12,7	13,5
Машук 168	2021	170	2668,8	210-220	5,2	6,3	5,4	7,1	10,7	15,0	14,6	13,5
Пятигорье	2023	170	2650,8	190-200	-	6,5	5,2	7,5	-	14,1	12,0	12,6
Машук 320	2023	320	2746,8	230-250	-	7,5	6,7	6,4	-	16,3	10,7	12,1
Машук 355	2008	350	2750,8	235-240	5,9	5,8	6,4	6,4	12,4	16,9	13,6	10,8
Машук 510	2020	510	2922,5	230-240	4,4	9,0	6,0	6,9	18,6	20,0	17,8	15,6
Машук 515	2021	510	2931,0	240-245	4,8	9,3	7,7	7,5	19,8	20,9	19,0	17,5

Год* – год внесения гибрида в Госреестр, СЭТ – Сумма эффективных температур за вегетацию.

Группа спелости гибридов находится в прямой зависимости с суммой эффективных температур (СЭТ), чем больше группа спелости гибрида, тем выше СЭТ. В нашем опыте она варьировала от 2431,5 до 2931,0. По мере перехода от ранней группы спелости к более поздней, кроме увеличения суммы эффективных температур, увеличивалась высота растений, а также урожай зерна и влажность. Поздние гибриды были более высокорослые и высокоурожайные. Это напрямую связано со скоростью созревания, раннеспелым гибридам для полного созревания и момента уборки необходим меньший промежуток времени, они быстрее зацветают, быстрее проходят этап от цветения до полного созревания зерна. Ранняя группа представлена гибридами НУР и Машук 140, низкорослые – высота 150-180 см. В среднеранней группе спелости самый высокий гибрид Машук 171 (230-235 см), самыми высокорослыми являются гибриды среднепоздних и поздних групп спелости Машук 320, Машук 515 до 250 см. Также необходимо отметить, что выбранные нами для изучения гибриды имеют стабильную высоту растения не в зависимости от года их выращивания, то есть эта величина постоянная. Дальнейший анализ показал, что у позднеспелых групп урожай зерна в 2020 г. оказался на уровне, а то и ниже среднеранних и раннеспелых гибридов. Это произошло в связи с тем, что период цветения и формирования початков совпал с периодом обильных осадков с понижением температур, а ранняя и среднеранняя группа к этому периоду уже заканчивала формировать початки. Уборочная влажность зерна тоже зависит от погодных ус-

ловий. Если в предуборочный период влажность повышенная, то это не способствует достаточному вызреванию зерна, как это было 2020, 2021 г., когда перед уборкой начались дожди, влажность зерна всех групп спелости повысилась по сравнению с 2022, 2023 г., особенно сильно этот факт отразился на гибридах поздних групп. Самым благоприятным, где и среднесуточная температура, и количество вовремя выпавших осадков сформировали высокие урожаи зерна кукурузы для позднеспелых гибридов Машук 510, Машук 515, оказался 2021 г., а для среднеранних и раннеспелых гибридов кукурузы был 2023 г. Для гибридов Машук 320 и Машук 355 наиболее комфортными погодные условия сложились в 2022, 2023 г. Несмотря на то, что 2022 г. по количеству выпавших осадков засушливый, гибриды всех групп спелости показали неплохие урожаи и низкую уборочную влажность зерна. Погодные условия 2023 г. оказали благоприятное влияние на формирование урожая зерна раннеспелых и среднеранних групп. Недостаточное количество осадков во второй период вегетации и высокие температуры послужили снижению урожая гибридов поздних групп спелости. Что же касается наших исследований в сравнительной характеристике между вновь созданными и гибридами по группам спелости с учетом внесения их в Государственный реестр имеем следующие результаты:

по урожаю зерна новый созданный гибрид Машук 140 (2020г.) немного уступает гибриду Нур, занесённому в Госреестр в 2015 г., но по скорости созревания он значительно быстрее, и влажность зерна значительно ниже. Поэтому потребуется намного меньше затрат на его доработку. Среднеранняя группа, самая востребованная среди сельхозпотребителей, представлена пятью гибридами, по годам внесения в Госреестр от 2015 до 2023 гг. Самыми стабильными в плане урожая зерна показали себя гибриды: Машук 172, год внесения в Государственный реестр селекционных достижений в 2019 г., Машук 168 (2021 г.), а также новый гибрид 2023 г. Пятигорье, который за последние три года дает самые высокие урожаи зерна при низкой уборочной влажности. Неплохие результаты и у ранее созданных гибридов Машук 171 (2015 г.) и Байкал (2016 г.), но гибрид Байкал отличается хорошей влагоотдачей, по всем четырем годам исследования имеет самую низкую уборочную влажность зерна (9,8%-12,3%). Что касается среднепоздней группы спелости зерна сорта Машук 320, зарегистрированного в Госреестре в 2023 г., то он дает стабильные урожаи, а Машук 355 (2008 г.) немного уступает ему и по урожаю и по влажности зерна на момент уборки. Поздняя группа, является не очень востребованной и поэтому она не так часто обновляется новыми гибридами, так как рынок сбыта их крайне ограничен, и тем не менее гибрид Машук 515 (2021 г.) по урожаю зерна по всем четырем годам исследования превышает гибрид Машук 510 (2020 г.), несмотря на нестабильные и в некоторые моменты неблагоприятные метеорологические условия дает 7,5-9,3 т/га.

Выводы

1. По результатам изучения, за четыре года урожай зерна в сочетании с низкой уборочной влажностью был стабильным у гибридов: раннеспелые – Нур(5,5-6,6 т/га), среднеранние – Машук 172 (5,0-6,5 т/га), Пятигорье (5,2-7,5 т/га), Машук 168 (5,2-7,1 т/га), среднепоздние – Машук 320 (6,4-7,5т/га), позднеспелые – Машук 515 (7,5-9,3 т/га).

2. Большинство изучаемых гибридов, даже в неблагоприятных метеорологических условиях, дают стабильные урожаи, что характеризует их, как наиболее адаптированными к изменениям климата.

3. Гибриды, созданные и внесенные в Государственный реестр в 2008-2015 гг., дают неплохой урожай зерна, и в сравнительной оценке с позднее созданными гибридами неплохо себя показывают. Несмотря на то, что спрос на подобные гибриды еще есть, на место им приходят новые, более адаптированные к изменениям погоды и показывающие стабильно-высокие урожаи зерна при низкой уборочной влажности.

Список источников

1. Аппаев С.П. и др. Результаты сортоиспытания экспериментальных гибридов кукурузы / С.П. Аппаев, А.В. Хачидогов, А.М. Кагермазов, М.В. Бижоев // Журнал Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 1(93). С. 68-72.
2. Галговская Л.А. Влияние погодных условий на урожай гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях Ставропольского края / Л.А. Галговская, Е.А. Конарева, О.В. Теркина // Наука и инновации – современные концепции: сб. научных статей по итогам работы Международного научного форума. Москва, 2023. С. 218-226.
3. Гульняшкин А.В. и др. Характеристика новых раннеспелых гибридов кукурузы / А.В. Гульняшкин, Е.В. Шкарбутко, И.А. Лемешев, А.А. Земцов, И.В. Люлюк // Научное обеспечение устойчивого развития Агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. Сб. материалов международной научно-практической конференции посвященной 35-летию ФГБНУ РОСНИИСК «Россорго». Саратов. 2021. С. 97-99.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985г. С. 40-103.
5. Зезин Н. Н. Оптимизация структуры посевов кормовых культур и особенности технологии их возделывания на Среднем Урале / Н.Н. Зезин, М.А. Намятов, М.Ю. Севастьянов // Кормопроизводство. 2020. № 4. С. 25-29.
6. Кривошеев Г.Я. Влияние гидротермического коэффициента на урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости / Г.Я. Кривошеев, Н.А. Шевченко // Зерновое хозяйство. 2020. № 2. С. 8-12.
7. Логинова А.М. Влияние температурного режима и влагообеспеченности на продолжительность периода всходы-цветение початка у раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Западной Сибири / А.М. Логинова, В.С. Ильин, Г.В. Гетц // Успехи современного естествознания. 2018. № 6. С. 32-36.
8. Панфилов А.Э. Зависимость количественных и качественных параметров урожайности кукурузы от производительности вегетационного периода гибридов в лесостепи Зауралья / А.Э. Панфилов, С.Д. Шепелев, Н.Ю. Высоцкий // АПК России. 2021. № 3. Т. 28. С. 337-344.
9. Перевязка Д.С. Создание раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы с участием новых автодиплоидных линий в условиях Центральной зоны Краснодарского края / Д.С. Перевязка, Н.И. Перевязка // Рисоводство. 2021. № 1(50). С. 35-42.
10. Санаев С.Т. Выращивание овощной (сладкой) кукурузы на различных материалах мульчирования / С.Т. Санаев, И.А. Сапарниязов, А.Б. Бектурсынов // Овощи России. 2023. № 1. С. 54-55.
11. Сотченко Ю.В. и др. Оценка белозерных линий кукурузы по химическим показателям зерна / Ю.В. Сотченко, Л.А. Галговская, О.В. Теркина, Е.В. Жиркова // Кукуруза и сорго. 2018. № 2. С. 9-13.

References

1. Appaev S.P. et al. Results of variety testing of experimental maize hybrids. S.P. Appaev, A.V. Khachidogov, A.M. Kagermazov, M.V. Bizhoyev. Journal News Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2020, no. 1(93), pp. 68-72.
2. Galkovskaya L.A., Konareva E.A., Terkina O.V. Influence of weather conditions on the harvest of corn hybrids of various ripeness groups in the conditions of the Stavropol Territory. Collection of Science and innovation – modern concepts. Collection of scientific articles based on the results of the International Scientific Forum, Moscow, 2023, pp. 218-226.
3. Gulnyashkin A.V. et al. Characteristics of new early-maturing corn hybrids. A.V. Gulnyashkin, E.V. Shkarbutko, I.A. Lemeshev, A.A. Zemtsov, I.V. Lyulyuk. Scientific support for sustainable development of the Agro-industrial complex in conditions of climate aridization. Collection

of materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 35th anniversary of the FSBI ROSNIISK Rossorgo, Saratov, 2021, pp. 97-99.

4. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. Moscow: Agroprom Publ., 1985. Pp. 40-103.

5. Zezin N. N., Namyatov M. A., Sevostyanov M. Yu. Optimization of the structure of forage crops and peculiarities of their cultivation technology in the Middle Urals. Fodder production, 2020, no. 4, pp. 25-29.

6. Krivosheev G.Ya., Shevchenko N.A. The effect of the hydrothermal coefficient on grain yield of corn hybrids of various ripeness groups. Grain farming, 2020, no. 2, pp. 8-12.

7. Loginova A.M., Ilyin V.S., Getz G.V. The influence of temperature regime and moisture supply on the duration of the period of shoots-flowering of the cob in early-maturing corn hybrids in Western Siberia. Successes of modern natural science, 2018, no. 6, pp. 32-36.

8. Panfilov A.E., Shepelev S.D., Vysotsky N.Yu. Dependence of quantitative and qualitative parameters of corn yield from the productivity of the growing season of hybrids in the forest-steppe of the Trans-Urals. Agro-industrial complex of Russia, 2021, no. 3, vol. 28, pp. 337-344.

9. Perevyazka D.S., Perevyazka N.I. Creation of early-ripening and medium-early corn hybrids with the participation of new autodiploid lines in the conditions of the Central zone of the Krasnodar Territory. Rice growing, 2021, no. 1(50), pp. 35-42.

10. Sanaev S.T., Saparniyazov I.A., Bektursynov A.B. Growing vegetable (sweet) corn on various mulching materials. Vegetables of Russia, 2023, no. 1, pp. 54-55.

11. Sotchenko Yu.V. et al. Evaluation of white-grain maize lines by chemical grain parameters. Yu.V. Savchenko, L.A. Galkovskaya, O.V. Turkina, E.V. Zhirkova. Maize and sorghum, 2018, no. 2, pp. 9-13.

Информация об авторах

Л.А. Галговская – старший научный сотрудник отдела селекции;

Е.А. Конарева – старший научный сотрудник отдела селекции.

Information about the authors

L.A. Galgovskaya – Senior Researcher at the Department of Selection;

E.A. Konareva – Senior Researcher at the Department of Selection.

Научная статья
УДК 631.86
DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-100-107

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЧУМИЗЫ

Жолобова Инна Сергеевна¹, Хильчук Дарья Сергеевна²

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

¹isg41@mail.ru

²khilchuk2003@mail.ru

Аннотация. Важной целью современного сельского хозяйства является производство высококачественной продукции, выращенной без применения или с минимальным применением препаратов, ускоряющих рост, но негативно влияющих на состав продукта. Также растениеводство нуждается в новых, но перспективных культурах, которые способны перекрыть потребности организма человека и одновременно быть наиболее устойчивыми к различным условиям выращивания с точки зрения агротехники. Такой зерновой культурой является чумиза сорта Стачуми 3. Данная статья посвящена исследованиям, которые выявляют зависимость между дозой внесенного органического удобрения на урожайность и показатели химического состава чумизы, а также зависимостью уменьшения препарата минерального происхождения. В условиях Тихорецкого района Краснодарского края установлено, что двойная концентрация биоудобрения «Экохарвест» на основе ферментации конского навоза с добавлением растительного сырья положительно влияет на урожайность зерна чумизы

(7,5 ц/га). Также увеличивается количество важных для человека макро- и микронутриентов: белок – 16,56%, жир – 5,49%, зола – 10,34%, клетчатка – 8,21%, крахмал – 76,89%. При использовании органического удобрения изменяется и доза вносимых минеральных удобрений – со 100 кг/га на контрольном участке до 60 кг/га на участке с двойной концентрацией биоудобрения, что позволяет получить наиболее «чистую» продукцию с биологической точки зрения.

Ключевые слова: чумиза, органическое удобрение, урожайность, химический состав, органическое земледелие

Для цитирования: Жолобова И.С., Хильчук Д.С. Влияние органического удобрения на урожайность и химический состав чумизы // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 100-107. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-100-107>.

Original article

THE EFFECT OF ORGANIC FERTILIZER ON THE YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF CHUMIZ

Inna S. Zholobova¹, Daria S. Khilchuk²

^{1,2}Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

¹isg41@mail.ru

²khilchuk2003@mail.ru

Abstract. An important goal of modern agriculture is to produce high-quality food that is grown without or with minimal use of chemicals that accelerate growth but negatively affect the nutritional composition of the product. Additionally, crop production needs new crops that can meet the nutritional needs of humans and be the most resilient to various growing conditions in terms of agricultural technology. One such crop is chumiza of the Stachumi 3 variety, which is the focus of this article. This article presents research that explores the relationship between the amount of organic fertilizer applied and the yield and chemical composition of chumiza, as well as the effect of mineral-based fertilizers. In the Tikhoretsky district of the Krasnodar Territory, a study was conducted to determine the effects of Ecoharvest biofertilizer, which is based on the

fermentation of horse manure and vegetable raw materials, on the yield and chemical composition of chumiz grain. The results showed that the double dose of this fertilizer significantly increased the yield of chumiza grain by 7,5 c/ha compared to the control group. In addition, the study found that Ecoharvest fertilizer increased the content of important macro- and micronutrients in the grain, including protein (16,56%), fat (5,49%), ash (10,34%), fiber (8,21%), and starch (76,89%). These findings suggest that organic fertilizers can be an effective tool for improving crop yields and nutrient content in organic farming systems. Additionally, when using organic fertilizers, the amount of mineral fertilizers applied also changes - from 100 kg/ha in the control area to 60 kg/ha in an area with a double concentration of biofertilizer. This allows for the production of «cleaner» products from a biological perspective.

Keywords: *chumiza, organic fertilizer, yield, chemical composition, organic farming*

For citation: *Zholobova I.S., Khilchuk D.S. The effect of organic fertilizer on the yield and chemical composition of chumiz. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 2(32), pp. 100-107. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-100-107>.*

Введение

В современном мире из-за интенсивного роста сельского хозяйства увеличилась антропогенная нагрузка на окружающую среду, вследствие чего стало расширять свои границы органическое земледелие, которое должно минимизировать активное воздействие человека на природу. За последние 25 лет применение органических удобрений в России снизилось почти в 7 раз [5]. В общей картине уровень применения биоудобрений крайне низкий и не отвечает полноценному воспроизводству пахотных угодий [9].

Основной проблемой сельского хозяйства в современном мире являются низкие темпы модернизации отрасли, то есть недостаточная оснащённость агротехническим оборудованием и новыми культурами, способными улучшить положение растениеводства. Стоит отметить, что остро стоит проблема деградации земель из-за того, что пахотные угодия активно используются, обрабатываются пестицидами и минеральными удобрениями, что не даёт восстановить её потенциальное плодородие. Поэтому важно использовать правильную агротехнику и органические удобрения, которые помогут в более быстрые сроки восстановить плодородие почвы, тем самым улучшив качество выращиваемой продукции.

Для пищевой промышленности важным является выпуск органической продукции безопасной для человека, экономически выгодной как для производителя, так и для потребителя. Не стоит забывать про вкусовые, функциональные характеристики готовой продукции, которые наиболее важны для человека. Также по возможности можно удешевить производство без потерь качества [4].

Органическое сельское хозяйство представляет собой комплекс мероприятий, направленных на уменьшение или полное исключение применения искусственных минеральных удобрений, различных пестицидов, гормонов и регуляторов роста, что, в свою очередь, способствует сохранению природных ресурсов.

Данный «зелёный» тип ведения аграрного производства способствует увеличению урожая, обеспечению культурных растений всеми необходимыми элементами питания для их нормального роста и развития, а также в борьбе с сорняками за счёт активного применения биоудобрений в комбинации с различными агротехниками. Также систематическое применение органических удобрений способствует накоплению гумуса, обогащению почвы полезными микроорганизмами, тем самым увеличивается её биологическая активность, уменьшается сопротивление почвы при различной механической обработке.

Отдельное место в данной статье занимает изучение новой перспективной сельскохозяйственной культуры - чумизы, так как одним из основополагающих факторов обеспечения рынка России является организация выращивания и переработки высококачественных и конкурентоспособных культур с широким спектром применения.

Чумиза относится к древнейшим просовидным культурам семейства злаковых. Эта культура не прихотлива в агротехнологическом отношении, не требует дополнительного орошения, что экономит значительные средства на её возделывание [6].

Родиной чумизы является Китай. В России её возделывают на Дальнем Востоке, Кавказе и в Сибири [2].

Продукты, полученные из просовидной культуры, могут использоваться в лечебно-профилактических целях для нормализации работы желудочно-кишечного тракта, работы печени и сердечно-сосудистой системы [5].

Культура мало распространена, и в большинстве случаев ее урожайность в производственных посевах далеко не соответствует ее биологическому потенциалу, что свидетельствует о недостаточной изученности адаптивных агробιологических свойств культуры, отсутствии сортового разнообразия и эффективных, конкретизированных агротехнологий ее выращивания [7].

Цель исследования заключается в обосновании применения органического удобрения при выращивании чумизы для получения высококачественного урожая.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2023-2024 гг.

Для проведения эксперимента по влиянию биоудобрения «Экохарвест» на основе ферментации конского навоза на ростовые характеристики нами была взята просовидная культура – чумиза сорта Стачуми 3 (рис. 1), выведенная Ставропольским НИИ сельского хозяйства [3].

Исследуемый нами образец чумизы был получен на полях ЗАО «Колос» станицы Терновской Тихорецкого района. Данная территория отличается обыкновенными черноземами и умеренно континентальным, засушливым климатом, а также располагается в зоне неустойчивого увлажнения.



Рисунок 1. Чумиза в вегетативной фазе

Для проведения эксперимента по влиянию органического удобрения на урожайность, качественные показатели чумизы (рис. 2) и почвенную биоту нами было взято биоудобрение «Экохарвест», произведенное на основе ферментации конского навоза с содержанием гуминовых веществ 30 г\л, с добавлением растительного сырья. С компанией производителем «Экохарвест» был заключен договор на выполнение научно-исследовательской работы «Разработка комплекса исследований по оценке сырья и готовой продукции при производстве компоста конского (биогумуса) и биосуспензии конского компоста (БиоГумата) Экохарвест».

Сам полевой опыт проводился в станице Терновской Тихорецкого района на участке поля ЗАО «Колос» площадью 0,51 га, где 0,3825 га обрабатывалось в соответствии с номером опыта, а также закладывался контрольный участок – 0,1275 га. Обработки проводились согласно общепринятой технологии возделывания чумизы.



Рисунок 2. Чумиза в фазе выметывания

Исследования химического состава опытных образцов проводились на базе ФГБОУ ВО Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики. Определение фактической урожайности механизированным способом заключается в уборке урожая с единицы площади (с известной шириной захвата и известной длиной прохода уборочного агрегата) и взвешивании собранной продукции (объем взвешиваемой продукции – не менее 1 полного бункера) [1].

Основные методы и нормативная документация на определения представлена в таблице 1.

Таблица 1. Сводная таблица методов определения химических показателей чумизы и используемой нормативной документации

Показатель	Метод определения и нормативная документация
Белок, %	На приборе UDK 159 VelpScientifica по методу Кьельдаля с предварительной пробоподготовкой, основанной на гидролизе белка химическими реагентами
Жир, %	На автоматическом экстракторе SER158 (аппарат для экстрагирования веществ при помощи растворителей), выпускаемом компанией VelpScientifica. Аппарат предназначен для экстрагирования твердых и полутвердых материалов при помощи растворителей по методу Рэндолла
Клетчатка, %	На автоматическом анализаторе фирмы VelpScientifica «FIWE Advance», выполняющем экстрагирование клетчатки, включая стадии разложения, фильтрования и промывки.
Зола, %	ГОСТ 32933-2014 КОРМА, КОМБИКОРМА. Метод определения содержания сырой золы
Крахмал, %	ГОСТ 10845-98 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмал
Сухое вещество, %	ГОСТ 31640-2012 .КОРМА Методы определения содержания сухого вещества
Аминокислоты, г/100 г	Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе ААА-1000 (Россия). Предварительно с образцом проводят гидролиз до аминокислот и дальнейшее хроматографическое определение
Каротин, мг/кг	ГОСТ 13496.17-2019.Корма. Методы определения каротина

Препарат вносился по вегетации совместно с минеральными удобрениями согласно схеме опыта, представленного в таблице 2.

Таблица 2. Схема опыта

Участок поля	Вносимые подкормки
Контрольный	Минеральные удобрения ЖКУ (100 кг/га)
1-ый опытный	Минеральные удобрения ЖКУ (85 кг/га) + Биогумат Экохарвест (1,6 л/га)
2-ой опытный	Минеральные удобрения ЖКУ (60 кг/га) + Биогумат Экохарвест (3,2 л/га)
3-ий опытный	Минеральные удобрения ЖКУ (50 кг/га) + Биогумат Экохарвест (4,8 л/га)

Агротехнология возделывания чумизы началась с её сева 17 мая 2023г. с шириной междурядий 45см. Норма высева составила 8 кг/га, или 2,67 млн. шт/га. Закладка опыта проводилась на участке площадью, равной 7140м² (0,714га). Уборка данной культуры производилась 16 октября 2023 года.

Результаты исследований и их обсуждение

Согласно нашим исследованиям, результаты которых представлены в таблице 3, можно сказать, что применение биоудобрения в двойной концентрации дало лучшие показатели урожайности. Они составили 7,5 ц/га, что в 1,5 раза больше по сравнению с контрольным образцом (5,0 ц/га) и примерно в 1,2 раз – с одинарным (5,8 ц/га) и тройным внесением (5,8 ц/га).

Таблица 3. Фактическая урожайность образцов чумизы

Участок поля	Урожайность фактическая, ц/га
Контрольный	5,0
1-ый опытный	5,8
2-ой опытный	7,5
3-ий опытный	5,8

Увеличение применяемой дозы биоудобрения позволяет снижать количество вносимых минеральных удобрений, что делает производство более экономичным и экологичным. Но важно учитывать и закон оптимума, который дает наибольшую продуктивность растений, что и видно в данном исследовании [9].

Стоит отметить, что данная тенденция урожайности обусловлена тем, что при вегетации наблюдалось сохранение нижнего яруса чумизы более долгий промежуток времени, что позволило растению дольше получать питательные вещества в полном объёме.

Большое значение и у состава биоудобрения, которым обрабатывалась культура. Входящие гуминовые кислоты защищают растения от стрессовых факторов, в частности к ним можно отнести различные токсины, которые попадают в почву, перепады температур и другое. Фульвокислоты имеют меньший размер, чем гуминовые, поэтому они легче проникают в клетки корневой системы и доставляют минеральные соединения в различные клетки и ткани самого растения. Из-за достаточного минерального питания в чумизе и других сельскохозяйственных культурах улучшаются ферментативные процессы, ускоряющие метаболизм растения. Следовательно, повышаются количественные и качественные показатели. Но и сильно высокая дозировка нежелательна. Так, тройная дозировка органического удобрения имела обратный эффект – ингибирующее действие на синтез органических веществ.

Нами были определены химические показатели зерна чумизы с каждого опытного участка. Результаты показаны в таблице 4.

Таблица 4. Зависимость влияния биоудобрения на основные химические показатели зерна чумизы

Показатель	Содержание			
	Участки			
	Контрольный	I-опытный	II-опытный	III-опытный
Сухое вещество, %	86,65	87,66	88,15	88,17
Жир, %	3,78	4,46	5,49	4,39
Белок, %	14,32	15,68	16,56	15,23
Заменимые аминокислоты, г/100г	7,80	8,23	9,11	8,15
Незаменимые аминокислоты, г/100г	5,17	5,83	6,61	5,62
Зола, %	7,72	7,81	10,34	7,86
Клетчатка, %	7,29	7,24	8,21	7,85
Крахмал, %	70,21	71,87	76,89	72,69
Каротин, мг/кг	0,19	0,36	0,34	0,25

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что двойная концентрация органического удобрения при обработке просовидной культуры является оптимальной. В образце со 2-го опытного участка жира и белка больше на 1-2%, крахмала на 5-7%, клетчатки примерно на 1%, золы около 3% по сравнению с другими опытными образцами.

Биологическая ценность белка характеризуется содержанием в нём незаменимых аминокислот, которые не синтезируются организмом человека и животного, а поступают вместе с пищей. С этой целью нами был определён аминокислотный состав чумизы.

Стоит отметить, что чумиза по содержанию аминокислот в зерне превосходит своих зерновых «родственников». Например, при сравнении с аминокислотным составом пшеницы было видно, что незаменимых аминокислот в чумизе больше почти на 1 г/100г, что важно, так как незаменимые аминокислоты определяют полноценность белка.

Результаты зерна с 1-го опытного участка не на много отличаются от контрольного образца, который обрабатывался только минеральными удобрениями, а на 3-й дозировке мы видим уже уменьшение качественных показателей, что говорит об ингибирующем действии на синтез соединений в растении.

Выводы

1. Применение биоудобрения «Экохарвест» положительно влияет на количественные показатели чумизы. Внесение двойной концентрации дало лучшие показатели урожайности, которые составили 7,5 ц/га, что в 1,5 раза больше по сравнению с контрольным образцом и примерно в 1,2 раз – с одинарным и тройным внесением. Увеличение применяемой дозы биоудобрения позволяет снижать количество вносимых минеральных удобрений, что делает производство более экономичным.

2. Двойная концентрация органического удобрения при обработке просовидной культуры является оптимальной. В образце со 2-го опытного участка жира и белка больше на 1-2%, крахмала на 5-7%, клетчатки примерно на 1%, золы около 3% по сравнению с другими опытными образцами.

Список источников

1. Байкалова Л.П. Кормопроизводство и семеноводство [Электронный ресурс]: методические указания к учебной практике / Л.П. Байкалова // Красноярский государственный аграрный университет. Красноярск, 2023. 60 с.
2. Войсковой А.И. и др. Сортовая политика в адаптивном земледелии: сортимент полевых культур, организация сортового и семенного контроля: учебное пособие / А.И. Войковский, И.А. Донец, В.В. Дубина, М.П. Жукова, А.В. Охременко. Ставрополь, 2013.
3. Жукова М.П. и др. Комплексная оценка новых сортов суданской травы и сорго-суданковых гибридов / М.П. Жукова, А.Б. Володин, С.И. Капустин, А.С. Капустин, И.А. Донец // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 3 (27). С. 32-37.
4. Коновалов К.Л. Натуральные продукты для здорового питания – органик-продукты / К.Л. Коновалов, М.Т. Шулбаева, Т.А. Штернис // Пищевая промышленность. 2010. № 3. С. 26-27.
5. Костина Т.И. и др. Оценка технологических свойств зерна чумизы / Т.И. Костина, П.А. Матюшин, Е.А. Жук, В.И. Локтев // Кукуруза и сорго. № 5. 2007.
6. Кшникаткина А.Н. и др. Нетрадиционные кормовые культуры / А.Н. Кшникаткина // Пенза: РИО ПГСХА, 2005. 240 с.
7. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / Под ред. В.С. Никляева // Москва: Былина, 2000. 555 с.
8. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России (Информационно-аналитический справочник) / Под ред. А.И. Еськова. Владимир: ВНИПТИОУ, 2006. 200 с.
9. Статистические материалы развития агропромышленного комплекса России. Москва: Россельхозакадемия, 2014. 35 с.
10. Шевцова Л.П., Летучий С.В., Сенатаров С.А. Просовидные культуры и их морфобиологические особенности // Новое в сельскохозяйственном производстве: сборник научных работ. Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2005. С. 24-27.

References

1. Baykalova L.P. Forage production and seed production [Electronic resource]: methodological guidelines for educational practice. Krasnoyarsk State Agrarian University. Krasnoyarsk, 2023. 60 p.
2. Voiskovoy A.I. et al. Varietal policy in adaptive agriculture: sorting of field crops, organization of varietal and seed control: textbook. I.A. Donets, V.V. Dubina, M.P. Zhukova, A.V. Okhremenko. Stavropol, 2013.
3. Zhukova M.P. et al. A comprehensive assessment of new varieties of Sudanese grass and sorghum-Sudanese hybrids. M.P. Zhukova, A.B. Volodin, S.I. Kapustin, A.S. Kapustin, I.A. Donets. Bulletin of Agroindustrial complex of Stavropol, 2017, no. 3 (27), pp. 32-37.
4. Konovalov K.L., Shulbaeva M.T., Shternis T.A. Natural products for healthy nutrition – organic products. Food industry, 2010, no. 3, pp. 26-27.
5. Kostina T.I. et al. Evaluation of technological properties of chumiz grain. T.I. Kostina, P.A. Matyushin, E.A. Zhuk, V.I. Loktev. Corn and sorghum, no. 5, 2007.
6. Kshnikatkina A.N. et al. Non-traditional forage crops. Penza: EPD PSAA, 2005. 240 p.
7. Fundamentals of agricultural production technology. Agriculture and horticulture. Edited by V.S. Niklyayev. Moscow: Bylina Publ., 2000. 555 p.
8. Resources of organic fertilizers in agriculture of Russia (Information and analytical handbook). Edited by A.I. Eskov. Vladimir: VNIPTIOU Publ., 2006. 200 p.

9. Statistical materials on the development of the agro-industrial complex of Russia. Moscow: Russian Agricultural Academy, 2014. 35 p.

10. Shevtsova L.P., Letuchy S.V., Senatarov S.A. Millet crops and their morphological and biological features. Collection of scientific papers «New in agricultural production». Saratov: SSAU named after N.I. Vavilov, 2005, pp. 24-27.

Информация об авторах

И.С. Жолобова – доктор ветеринарных наук, профессор кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики;

Д.С. Хильчук – обучающийся.

Information about the authors

I.S. Zholobova – Doctor of veterinary sciences, professor of the department of biotechnology, biochemistry and biophysics;

D.S. Khilchuk – student.

Научная статья

УДК 633.63:631.92

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-108-114

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Исмагилов Камиль Рафаэлевич^{1✉}

¹Уфимский научно-исследовательский центр Российской академии наук,
Республика Башкортостан, Уфа, Россия

¹ismagilovk@mail.ru[✉]

Аннотация. Цель исследования состояла в количественной оценке характера и степени влияния гидротермических условий на формирование урожайности сахарной свеклы на территории Республики Башкортостан. Исследования проводились с использованием статистической информации Росстат за 2000-2022 гг. и данных температуры воздуха и осадков на территории республики. Объектом исследования была сахарная свекла (*Beta vulgaris*). Установлено, что в последние годы урожайность сахарной свеклы в Республике Башкортостан закономерно повышается, и ее ежегодный прирост составляет 9,549 ц/га. В основном это обусловлено влиянием агроклиматических ресурсов, а именно влаги и тепла на процесс формирования урожая. Зависимость дисперсии урожайности относительно тренда имеет криволинейную форму в виде параболы. При сумме осадков в пределах 200-364 мм в течение вегетационного периода урожайность формируется выше тренда и достигает максимального значения при сумме осадков 282 мм. В целом увеличение тепловых ресурсов негативно сказывается на формировании урожая сахарной свеклы. Сумма температур в вегетационный период (выше 10 °С) в пределах 2400-2600 °С является оптимальной для формирования урожайности сахарной свеклы на территории Республики Башкортостан. Зависимость урожайности от гидротермического коэффициента имеет форму одновершинной кривой ($\eta = 0,678$), при величине данного показателя в интервале от 0,77 до 1,46 урожайность сахарной свеклы повышается, и максимальная прибавка достигается при величине гидротермического коэффициента, равного 1,11.

Ключевые слова: сахарная свекла, урожайность, гидротермические условия, Республика Башкортостан

Для цитирования: Исмагилов К.Р. Зависимость урожайности сахарной свеклы от гидротермических условий в Республике Башкортостан // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 108-114. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-108-114>.

Original article

DEPENDENCE OF SUGAR BEET YIELD ON HYDROTHERMAL CONDITIONS IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Kamil R. Ismagilov^{1✉}

¹Ufa Research Center of the Russian Academy of Sciences, Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

¹ismagilovk@mail.ru[✉]

Abstract. The purpose of the study was to quantify the nature and degree of influence of hydrothermal conditions on the formation of sugar beet yields in the Republic of Bashkortostan. The research was carried out using statistical information from Rosstat for 2000-2022 and data on air temperature and precipitation in the republic. The object of the study was sugar beet (*Beta vulgaris*). It has been established that in recent years the yield of sugar beet in the Republic of Bashkortostan has been naturally increasing and its annual increase is 9.549 centners per hectare. The dependence of yield variance on the trend has a curvilinear shape in the form of a parabola. With the amount of precipitation in the range of 200-364 mm during the growing season, the yield is formed above the trend and reaches the maximum value with the amount of precipitation of 282 mm. The sum of temperatures during the vegetation period (above 10°C) in the range of 2400-2600°C is optimal for the formation of sugar beet yield on the territory of the Republic of Bashkortostan. The dependence of yield on

the hydrothermal coefficient has the form of a single-vertex curve ($\eta=0,678$), with the value of this indicator in the range from 0,77 to 1,46, the yield of sugar beet increases, and the maximum increase is achieved at the value of the hydrothermal coefficient equal to 1,11.

Keywords: sugar beet, yield, hydrothermal conditions, Republic of Bashkortostan

For citation: Ismagilov K.R. Dependence of sugar beet yield on hydrothermal conditions in the Republic of Bashkortostan. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 108-114. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-108-114>.

Введение

Сахарная свекла в Башкортостане возделывается в последние годы (2010-2022 гг.) на площади 41 тыс. га. Финансовое положение и конкурентоспособность свеклосеющих хозяйств и в целом растениеводства республики в значительной мере зависят от урожайности и эффективности возделывания сахарной свеклы. Особенно чувствительно к конкурентной напряженности свекловодство республики вследствие недостаточно благоприятных природных условий [3, 4]. Урожайность и валовые сборы корнеплодов сахарной свеклы в Республике Башкортостан подвержены значительному колебанию по годам, что приводит к неустойчивости отрасли свекловодства и экономического положения свеклосеющих хозяйств. Многими исследованиями установлено влияние климатических условий на рост и развитие растений [12], урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе, сахарной свеклы [6, 8]. Основными агроклиматическими ресурсами, влияющими на продуктивность сахарной свеклы, являются, в первую очередь, тепло и влага [7]. Например, в Центральной черноземной зоне доля влияния погодных условий на урожайность сахарной свеклы составляет 51 % [1].

Анализ влияния агроклиматических условий на особенности роста и развития растений, продуктивность сельскохозяйственных культур дает возможность научно прогнозировать производство определенного количества сельскохозяйственной продукции необходимого качества, а также оценить биологическую эффективность и сельскохозяйственный потенциал региона [9], оптимизировать размещение полевых культур на территории [5], адаптировать технологию возделывания полевых культур [11, 14], создавать и использовать гибриды для определенных регионов [3]. Несмотря на значительную роль агроклиматических ресурсов в настоящее время отсутствует научная информация о степени и характере их влияния на формирование урожая сахарной свеклы на территории Республики Башкортостан. В этой связи нами проводились исследования с целью количественной оценки характера и степени влияния агроклиматических ресурсов на формирование урожайности сахарной свеклы на территории Республики Башкортостан.

Объект и методы исследований

Объектом исследования была сахарная свекла (*Beta vulgaris*). Исследование проводилось с использованием статистической информации урожайности сахарной свеклы в 23 муниципальных районах в 2000-2022 гг. и данных температуры воздуха и атмосферных осадков гидрометеостанции на территории предуральской степи Башкортостана. В предуральской степи республики, где возделывается сахарная свекла, преобладают черноземы типичные, типичные карбонатные (более 53%) и выщелоченные (более 37 %). Мощность гумусового горизонта данных почв – 45-60 см и содержание гумуса – 7-9 %. Сахарная свекла в республике возделывается в свекловичных севооборотах со следующим чередованием культур: пар чистый, озимая рожь, сахарная свекла, яровая пшеница.

Гидротермические условия в годы проведения исследований были разными. Сумма осадков за вегетационный период колебалась от 68 мм (2010 г.) до 327 мм (2013 г.). Сравнительно засушливыми были 2006, 2009, 2012, 2014, 2020 годы и очень засушливыми – 2010 и 2021 годы, влажными – 2002, 2007, 2009, 2011, 2013 и 2017 годы. Гидротермический коэффициент рассчитывали по Г.Т. Селянинову, коэффициент вариации урожайности

(Cv) – делением среднеквадратического отклонения (σ) на среднее арифметическое величины данного показателя. Для количественного анализа применялись корреляционный и регрессионный методы, а также методы выравнивания рядов динамики. Тесноту прямолинейной связи оценивали коэффициентом корреляции (r), криволинейной связи – коэффициентом корреляционного отношения (η). Для вычленения влияния на урожайность агроклиматических факторов и факторов интенсификации нами построен временный ряд и тренд изменения урожайности в изучаемом интервале времени (2000-2020 гг.). Статистический анализ проводили с использованием компьютерной программы Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования показали, что урожайность сахарной свеклы в Республике Башкортостан подвержена сильному колебанию, коэффициент вариации данного показателя составил 36,4% (рис. 1). В то же время статистическим анализом выявлено закономерное повышение урожайности сахарной свеклы в республике в 2000-2022 годы. Коэффициент детерминации урожайности сахарной свеклы от года возделывания составил 0,616, что указывает на наличие устойчивого прямолинейного тренда урожайности (рис. 1).

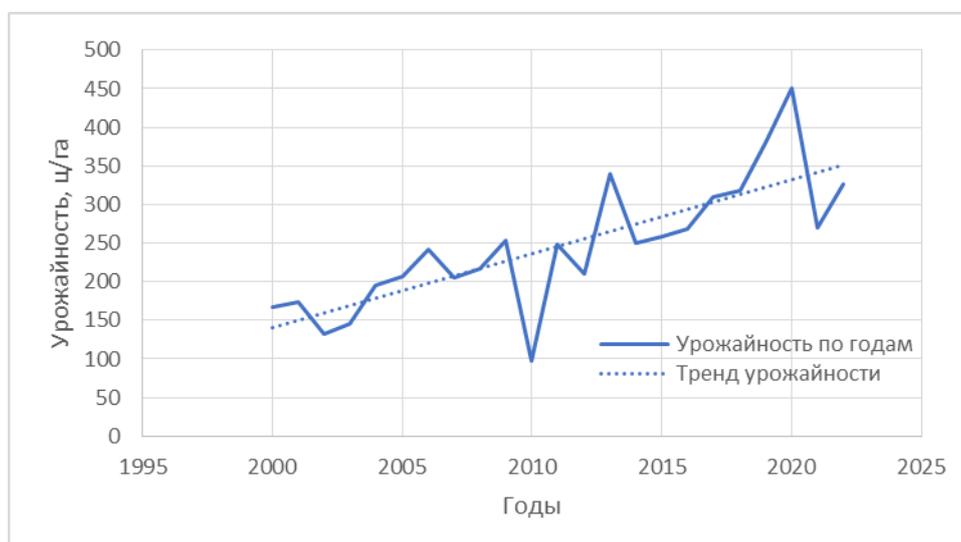


Рисунок 1. Колебание урожайности сахарной свеклы по годам и ее тренд в 2000-2022 гг. в Республике Башкортостан

Уравнение регрессии тренда урожайности за данный период (1) имеет следующий вид:

$$Y = 9,549x + 131,37, \quad (1)$$

где

Y – урожайность корнеплодов сахарной свеклы, ц/га;

x – год.

Согласно данному уравнению регрессии, ежегодный прирост урожайности сахарной свеклы в республике составляет 9,549 ц/га. Такая положительная тенденция урожайности происходит благодаря использованию высокопродуктивных и технологичных гибридов первого поколения F_1 , использованию однострочковых дражированных семян с высокими посевными качествами, механизации всех технологических операций возделывания, применению эффективных средств защиты растений [13].

Наряду с достоверным ростом урожайности сахарной свеклы в данный интервал времени, урожайность подвержена значительному колебанию по годам относительно тренда (рис. 1), что подтверждает и высокое среднеквадратическое отклонение урожайности от тренда ($\sigma = 46,2$ ц/га). Исследования показали, что отклонение урожайности по годам от

тренда вызвано в основном влиянием агроклиматических ресурсов на процесс формирования урожая.

Среди агроклиматических ресурсов наибольшее влияние на урожайность на территории республики с континентальным климатом оказывают «влага» и «тепло». Сумма атмосферных осадков за вегетационный период (май-сентябрь) – один из основных источников агроклиматического ресурса «влага», который в значительной степени определяет урожайность сахарной свеклы ($\eta = 0,642$). Зависимость дисперсии урожайности сахарной свеклы имеет криволинейную форму в виде параболы и наиболее точно описывается следующим уравнением регрессии (2):

$$Y = -0,00272x^2 + 1,523x - 196,78, \quad (2)$$

где

Y – величина отклонения урожайности сахарной свеклы от тренда, ц/га;

x – сумма осадков за период «май-сентябрь», мм.

Сумма осадков за вегетационный период меньше 200 мм и больше 364 мм приводит к формированию урожайности ниже тренда. При выпадении атмосферных осадков в пределах 200-364 мм урожайность формируется выше тренда и достигает максимальной величины при сумме осадков 282 мм. Исходя из данных результатов, можно считать, что оптимальное количество атмосферных осадков для сахарной свеклы составляет 200-364 мм за период вегетации. Имеются результаты исследования, где установлено оптимальное количество осадков за весь период вегетации сахарной свеклы (не менее 350-450 мм) [9].

Как показал статистический анализ, атмосферные осадки в мае, июне и августе оказывают сравнительно небольшое положительное влияние на урожайность сахарной свеклы. По сравнению с начальным периодом роста и развития растений, существенно повышается урожайность при увеличении количества осадков во второй половине вегетации (июль, август), когда происходит накопление органического вещества в корнеплодах. Именно в данный период сахарная свекла потребляет наибольшее количество воды [10]. Коэффициент корреляции взаимосвязи величины отклонения урожайности от тренда и суммы осадков в июле месяце составил 0,486 и в августе 0,432. Дожди в конце вегетации и уборки сахарной свеклы, наоборот, отрицательно сказываются на ее урожайности ($r = -0,358$).

Повышение температуры воздуха в отдельные периоды вегетации отрицательно сказывается на формировании урожайности сахарной свеклы. Негативное влияние повышенной температуры воздуха на формирование урожайности обусловлено в основном ухудшением влагообеспеченности растений в условиях континентального климата на территории республики. Особенно высокая температура воздуха в период интенсивного роста корнеплода (месяц август) приводит к существенному снижению урожайности сахарной свеклы ($r = -0,577$). При этом повышение среднесуточной температуры воздуха на 1°C вызывает недобор урожая 11,29 ц/га.

Установлена отрицательная зависимость дисперсии урожайности сахарной свеклы от суммы активных температур (выше 10°C) за период «май-сентябрь» ($r = -0,566$). Форма данной зависимости прямолинейная и описывается следующим уравнением регрессии (3):

$$Y = -0,1716x + 448,08, \quad (3)$$

где

Y – величина отклонения урожайности сахарной свеклы от тренда, ц/га;

x – сумма активных температур (выше 10°C) за период «май-сентябрь», $^\circ\text{C}$.

Из данного уравнения следует, что повышение суммы активных температур в вегетационный период на 100°C вызывает снижение урожайности на 17,16 ц/га. При сумме температур выше 2600°C урожайность формируется ниже урожайности тренда. Следовательно, можно сделать заключение о том, что сумма температур в пределах 2400 - 2600°C является оптимальной для формирования урожайности сахарной свеклы на территории Республики Башкортостан.

Интегральным показателем основных агроклиматических ресурсов (тепло и влага) является гидротермический коэффициент Селянинова. Исследования показали на достаточно сильную зависимость урожайности сахарной свеклы от гидротермического коэффициента ($\eta = 0,678$), и она имеет форму одновершинной кривой (рис. 2).

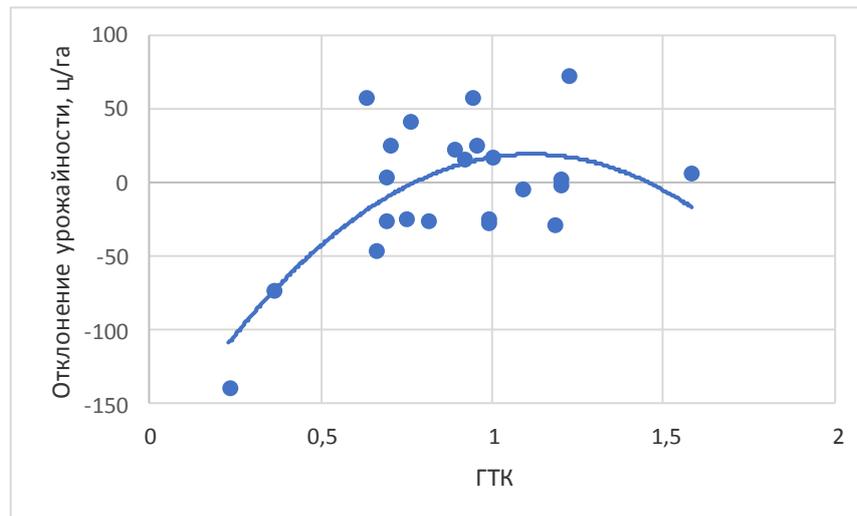


Рисунок 2. Зависимость величины отклонения урожайности сахарной свеклы (от тренда) от гидротермического коэффициента (ГТК) вегетационного периода «май-сентябрь»

Данная зависимость наиболее надежно описывается следующим уравнением регрессии (4):

$$Y = -164,33x^2 + 365,94x - 184,21, \quad (4)$$

где

Y – величина отклонения урожайности сахарной свеклы от тренда, ц/га;

x – гидротермический коэффициент в период «май-сентябрь».

При повышении гидротермического коэффициента до 0,77 урожайность повышается, при уменьшении до 1,46 урожайность снижается и приближается к тренду (рис. 2). Гидротермический коэффициент в интервале от 0,77 до 1,46 благоприятный для формирования урожайности сахарной свеклы, и максимальная прибавка урожайности достигается при его значении, равной 1,11. В то время Л. М. Карпук [7] считает, что оптимальным гидротермическим коэффициентом формирования высокопродуктивных посевов сахарной свеклы равен 1,2-1,5, а по данным Е.В.Жерякова [2] – 1,19. Расхождение в величине оптимального гидротермического коэффициента разных авторов, вероятно, обусловлено неодинаковым уровнем других факторов формирования урожая сахарной свеклы на территории проведения исследований.

Выводы

1. В последние годы урожайность сахарной свеклы в Республике Башкортостан закономерно повышается, и ежегодный прирост ее составляет 9,549 ц/га. В то же время урожайность сахарной свеклы колеблется около тренда, что вызвано в основном влиянием агроклиматических ресурсов, а именно влаги ($\eta = 0,642$) и тепла ($r = -0,566$) на процесс формирования урожая.

2. Зависимость дисперсии урожайности относительно тренда имеет криволинейную форму в виде параболы. При выпадении атмосферных осадков в пределах 200-364 мм в период вегетации урожайность формируется выше тренда, и достигает она максимальной величины при сумме осадков 282 мм. Сумма температур в вегетационный период (выше 10 °С)

в пределах 2400-2600 °С является оптимальной для формирования урожайности сахарной свеклы на территории Республики Башкортостан.

3. Агроклиматические условия формирования урожайности сахарной свеклы на территории республики более точно характеризует интегральный показатель – гидротермический коэффициент ($\eta = 0,678$). Зависимость дисперсии урожайности от гидротермического коэффициента имеет форму одновершинной кривой; в интервале величины данного показателя от 0,77 до 1,46 урожайность сахарной свеклы выше тренда, и максимальная прибавка урожайности достигается при значении гидротермического коэффициента, равного 1,11.

Список источников

1. Влияние агротехнических и погодных условий возделывания сахарной свеклы на урожайность и технологическое качество корнеплодов в ЦЧР / О.К. Боронтов, Л.Н. Путилина, П.А. Косякин, Е.Н. Манаенкова // Сахарная свекла. 2021. № 3. С.12-17.

2. Жеряков Е.В., Котлов С.А., Рожков С.С. Урожайность и адаптивность различных типов гибридов сахарной свеклы в условиях Пензенской области // Успехи современной науки. 2016. Т. 5. № 10. С. 141-145.

3. Жеряков Е.В. Моделирование продуктивности гибридов сахарной свеклы с учетом их адаптационных особенностей в условиях лесостепи среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2018. № 4(49). С.33-41.

4. Исмагилов К.Р., Исламгулов Д.Р. Состояние и экономическая эффективность производства сахарной свеклы в Республике Башкортостан // Фундаментальные исследования. 2016. № 5-2. С. 329-333.

5. Исмагилов К. Р. Ресурсы тепла и размещение посевов кукурузы на Южном Урале // International Agricultural Journal. 2019. Т. 62. № 4. С. 6.

6. Камиланов А.А., Исламгулов Д.Р. Влияние природно-климатических условий на урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2022. № 2(62). С. 6-9.

7. Карпук Л.М., Вахний С.П., Крикунова Е.В. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода // Агробиология. 2015. № 2(121). С.23-28.

8. Мусаев Ф.А., Захарова О.А. Зависимость урожайности ячменя от ГТК и удобрений // Успехи современного естествознания. 2016. № 2. С. 89-97.

9. Немцев С. Н., Шарипова Р. Б. Агроклиматические ресурсы, их изменение и экологические ограничения вегетационного периода Ульяновской области // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 3. С.10-14.

10. Bastaubayeva S.O., Tabynbayeva L.K., Yerzhebayeva R.S., Konusbekov K., Abekova A.M, Bekbatyrov M.B. Climatic and agronomic impacts on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) production. SABRAO // J. Breed. Genet. 2022. No. 54(1). P.141-152.

11. Islamgulov D., Alimgafarov R., Ismagilov R. Productivity and technological features of sugar beet root crops when applying of different doses of nitrogen fertilizer under the conditions of the middle Cis-Ural region // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019. Vol. 25. No. Suppl. 2. Pp. 90-97.

12. Lamichhane J.R., Debaeke P., Steinberg C. Abiotic and biotic factors affecting crop seed germination and seedling emergence: a conceptual framework // Plant Soil. 2018. Vol. 432. No. 1. Pp. 1-28.

13. Lubova T. N., Islamgulov D. R., Ismagilov K. R. Economic efficiency of sugar beet production // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Vol. 13. No. 8. Pp. 6565-6569.

14. Petkeviciene B. The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing // Agronomy Research. 2009. No.7. Pp. 436-443.

References

1. The influence of agrotechnical and weather conditions of sugar beet cultivation on the yield and technological quality of root crops in the Central Asian Republic. O.K. Borontov, L.N. Putilina, P.A. Kosyakin, E.N. Manaenkova. Sugar beet, 2021, no. 3, pp. 12-17.
2. Zheryakov E.V., Kotlov S.A., Rozhkov S.S. Productivity and adaptability of various types of sugar beet hybrids in the Penza region. Successes of modern science, 2016, vol. 5. no. 10, pp. 141-145.
3. Zheryakov E.V. Modeling the productivity of sugar beet hybrids taking into account their adaptive features in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. Niva of the Volga region, 2018, no. 4(49), pp. 33-41.
4. Ismagilov K.R., Islamgulov D.R. The state and economic efficiency of sugar beet production in the Republic of Bashkortostan. Fundamental research, 2016, no. 5-2, pp. 329-333.
5. Ismagilov K. R. Heat resources and placement of corn crops in the Southern Urals. International Agricultural Journal, 2019, vol. 62, no. 4. p. 6.
6. Kamilanov A.A., Islamgulov D.R. The influence of natural and climatic conditions on the yield and sugar content of sugar beet root crops. Bulletin of the Bashkir State Agrarian University, 2022, no. 2(62), pp. 6-9.
7. Karpuk L.M., Vakhniy S.P., Krikunova E.V. Productivity of sugar beet depending on hydrothermal conditions of the growing season. Agrobiology, 2015, No. 2(121), pp.23-28.
8. Musaev F.A., Zakharova O.A. Dependence of barley yield on GTC and fertilizers. Successes of modern natural science, 2016, no. 2, pp. 89-97.
9. Nemtsev S. N., Sharipova R. B. Agro-climatic resources, their change and environmental restrictions of the growing season of the Ulyanovsk region. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex, 2021, vol. 35, no. 3, pp.10-14.
10. Bastaubayeva S.O., Tabynbayeva L.K., Yerzhebayeva R.S., Konusbekov K., Abekova A.M, Bekbatyrov M.B. Climatic and agronomic impacts on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) production. SABRAO. J. Breed. Genet, 2022, no. 54(1), p.141-152.
11. Islamgulov D., Alimgafarov R., Ismagilov R. Productivity and technological features of sugar beet root crops when applying of different doses of nitrogen fertilizer under the conditions of the middle Cis-Ural region. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2019, vol. 25, no. suppl. 2, pp. 90-97.
12. Lamichhane J.R., Debaeke P., Steinberg C. Abiotic and biotic factors affecting crop seed germination and seedling emergence: a conceptual framework. Plant Soil, 2018, vol. 432, no. 1, pp. 1-28.
13. Lubova T. N., Islamgulov D. R., Ismagilov K. R. Economic efficiency of sugar beet production. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2018, vol. 13, no. 8, pp. 6565-6569.
14. Petkeviciene B. The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing. Agronomy Research, 2009, no. 7, pp. 436-443.

Информация об авторе

К.Р. Исмагилов – кандидат экономических наук, доцент, заведующий лабораторией селекции и семеноводства пшеницы.

Information about the authors

K.R. Ismagilov – Candidate of economic sciences, associate professor, head of the laboratory of selection and seed production of wheat.

Научная статья

УДК 632.51:581.93 (470.322)

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-115-122

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ МУСОРНЫХ МЕСТ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ХОЗЯЙСТВ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

**Мысник Евгения Николаевна^{1✉}, Захаров Вячеслав Леонидович²,
Кравченко Владимир Александрович³, Сотников Борис Александрович⁴**

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
Санкт-Петербург, Россия

^{2,3,4}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Липецкая область, Елец, Россия

¹vajra-sattva@yandex.ru✉

²zaxarov7979@mail.ru

³agrosoil@yandex.ru

⁴89038617643@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования – выявление видового состава сорных растений на мусорных местах в агроэкосистемах хозяйств на территории Липецкой области и его специфики. Объект исследования – видовой состав сорных растений на мусорных местах. Материалы собраны при маршрутном обследовании мусорных мест в хозяйствах. Проведены систематизация данных мониторинга, флористический анализ видового состава. Выявлены 38 семейств, 100 родов и 134 вида сорных растений. Выделены 9 семейств, преобладающих по количеству родов и видов. Рассчитана встречаемость каждого вида. Оценено постоянство встречаемости каждого вида. Большинство видов (92,53 %) имеют низкие показатели встречаемости. Выделена группа из 9 семейств, преобладающих по числу видов, и группа из 10 доминирующих видов. Выделена группа из 18 сопутствующих видов. Выявлено сходство групп, преобладающих по числу видов семейств сорных растений на мусорных местах и на полях (7 общих семейств). Выявлено присутствие на мусорных местах 8 видов сорных растений, доминирующих на полях Липецкой области.

Ключевые слова: сорные растения, агроэкосистема, мусорное место, состав видов, структура, доминирующие виды, сопутствующие виды

Финансирование: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания согласно бюджетному проекту ВИЗР по теме № FGEU-2022-0002 «Цифровизация, картирование, мониторинг и прогноз в области изучения биоразнообразия агроландшафтов и агроэкосистем с учетом новых угроз».

Для цитирования: Мысник Е.Н., Захаров В.Л., Кравченко В.А., Сотников Б.А. Сорные растения мусорных мест в агроэкосистемах хозяйств Липецкой области // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 115-122. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-115-122>.

Original article

WEEDS OF GARBAGE PLACES IN AGROECOSYSTEMS OF LIPETSK REGION FARMS

**Evgenia N. Mysnik^{1✉}, Vyacheslav L. Zakharov², Vladimir A. Kravchenko³,
Boris A. Sotnikov⁴**

¹All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

^{2,3,4}Bunin Yelets State University, Lipetsk region, Yelets, Russia

¹vajra-sattva@yandex.ru✉

²zaxarov7979@mail.ru

³agrosoil@yandex.ru

⁴89038617643@yandex.ru

Abstract. The purpose of the study is to identify the species composition of weeds in garbage places in agroecosystems of farms in the Lipetsk region and its specifics. The object of the study is the species compo-

sition of weeds in garbage places. The materials were collected during a route survey of garbage places in farms. Systematization of monitoring data, floristic analysis of species composition was carried out; 38 families, 100 genera and 134 species of weed plants were identified. Nine families were identified, including the largest number of genera and species. The occurrence of each species is calculated. The constancy of the occurrence of each species is estimated. Most species (92.53%) have low occurrence rates. A group of 10 dominant species has been identified. A group of 18 concomitant species was identified. The similarity of the groups prevailing in the number of species of weeds families in garbage places and in fields (7 general families) was revealed. The presence of 8 species of weeds dominating in the fields of the Lipetsk region was revealed in garbage places.

Keywords: weeds, agroecosystem, garbage place, species composition, structure, dominant species, concomitant species

Funding: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the state task according to the budget project of the VISR on the topic No. FGEU-2022-0002 «Digitalization, mapping, monitoring and forecasting in the field of studying the biodiversity of agro-landscapes and agroecosystems taking into account new threats».

For citation: Mysnik E.N., Zakharov V.L., Kravchenko V.A., Sotnikov B.A. Weeds of garbage places in agroecosystems of Lipetsk region farms // *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 115-122. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-115-122>.

Введение

Агрэкоcистема хозяйства включает в себя не только поля, сады, пастбища, сенокосы, но и другие типы местообитаний (межи, канавы, полевые дороги, мусорные места). На них тоже произрастают сорные растения, которые требуют изучения наряду с сорными растениями полей, что неоднократно было показано учеными [14, 16].

В результате исследований прошлых лет была составлена общая сводка сорных растений Липецкой области [1], изучались сорные растения в агрофитоценозах различных сельскохозяйственных культур [4], в садах и ягодниках [2, 3]. Проблема изучения сорных растений на мусорных местах в настоящее время не получает должного внимания.

Исходя из вышеизложенного, цель исследования – выявление видового состава сорных растений на мусорных местах в агроэкоcистемах хозяйств на территории Липецкой области и его специфики.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследования выбран видовой состав сорных растений мусорных мест в агроэкоcистемах хозяйств на территории Липецкой области. Материалы для последующего анализа получены в ходе фитосанитарного мониторинга территории Липецкой области в отношении сорных растений, проведенного в 2016 г. [10], 2017 г. [13], 2018 г. [11]. Мусорные места в хозяйствах обследовались по методике изучения распространенности видов сорных растений [7]. Данные мониторинга подготовлены к анализу путем цифровизации, систематизации с использованием гербологической базы данных «Сорные растения Российской Федерации на разных типах местообитаний» [12]. Методом флористического анализа выявлена таксономическая структура видового состава сорных растений [15]. Названия систематических единиц приведены в соответствии с современными научными источниками [8]. Проведена математическая обработка данных: для каждого вида рассчитана встречаемость [9], и проведена оценка ее постоянства по методике Казанцевой А.С. [5].

Результаты исследований и их обсуждение

Данные по сорным растениям мусорных мест в обследованных хозяйствах Липецкой области были подвергнуты разностороннему анализу. В результате в составе сорной флоры мусорных мест определены 28 семейств, 100 родов и 134 вида сорных растений (табл. 1).

Таблица 1. Структура видового состава сорных растений на мусорных местах в хозяйствах (Липецкая область, 2016-2018 гг.)

Русское название семейства	Латинское название семейства	Количество видов в семействе	Количество родов в семействе
Сложноцветные	<i>Compositae</i> Giseke	32	21
Злаки	<i>Gramineae</i> Juss.	18	15
Бобовые	<i>Leguminosae</i> Juss.	12	7
Крестоцветные	<i>Cruciferae</i> Juss.	7	7
Губоцветные	<i>Labiatae</i> Juss.	7	4
Зонтичные	<i>Umbelliferae</i> Juss.	6	6
Гречиховые	<i>Polygonaceae</i> Juss.	6	4
Бурачниковые	<i>Boraginaceae</i> Juss. (incl. <i>Hydrophyllaceae</i> R. Br.)	5	5
Норичниковые	<i>Scrophulariaceae</i> Juss. s. l. (incl. <i>Orobanchaceae</i> Vent.)	5	4
Гвоздичные	<i>Caryophyllaceae</i> Juss.	4	3
Розоцветные	<i>Rosaceae</i> Adans.	4	3
Маревые	<i>Chenopodiaceae</i> Vent.	3	3
Лютиковые	<i>Ranunculaceae</i> Juss.	3	2
Кипрейные	<i>Onagraceae</i> Juss.	3	2
Мареновые	<i>Rubiaceae</i> Juss.	3	1
Подорожниковые	<i>Plantaginaceae</i> Juss.	3	1
Амарантовые	<i>Amaranthaceae</i> Juss.	2	1
Вьюнковые	<i>Convolvulaceae</i> Juss.	1	1
Хвощевые	<i>Equisetaceae</i> Michx. ex DC.	1	1
Колокольчиковые	<i>Campanulaceae</i> Juss.	1	1
Маковые	(<i>Papaveraceae</i> Juss. (incl. <i>Fumariaceae</i> DC.))	1	1
Фиалковые	<i>Violaceae</i> Batsch	1	1
Луковые	<i>Alliaceae</i> J. Agardh	1	1
Мальвовые	<i>Malvaceae</i> Juss.	1	1
Крапивные	<i>Urticaceae</i> Juss.	1	1
Зверобоевые	<i>Hypericaceae</i> Juss.	1	1
Молочайные	<i>Euphorbiaceae</i> Juss.	1	1
Осоковые	<i>Cyperaceae</i> Juss.	1	1

Данные, представленные в таблице 1, показывают, что виды сорных растений, выявленные на мусорных местах, имеют неодинаковое распределение по установленным 28 семействам. Среднее количество видов в семействе – 4,79. Наибольшую видовую представленность на мусорных местах имеют 9 семейств спектра (Сложноцветные, Злаки, Бобовые, Крестоцветные, Губоцветные, Зонтичные, Гречиховые, Бурачниковые, Норичниковые). В их состав входят 73,13 % от всех зарегистрированных при обследовании видов. Маловидовые семейства (1 – 2 вида в семействе) составляют 42,86 % от общего числа семейств.

Роды сорных растений также имеют неодинаковое распределение по установленным 28 семействам. Среднее количество родов в семействе – 3,57. Наибольшую родовую представленность на мусорных местах имеют те же 9 семейств (Сложноцветные, Злаки, Бобовые, Крестоцветные, Зонтичные, Бурачниковые, Губоцветные, Гречиховые, Зонтичные, Бурачниковые, Губоцветные, Гречиховые, Норичниковые), в их состав входят 73,00 % от всех зарегистрированных при обследовании родов. Порядок расположения семейств несколько отличается – свои позиции изменили семейства Зонтичные, Бурачниковые, Губоцветные, Гречиховые. Малородовые семейства (1 – 2 рода в семействе) составляют 60,71 % от общего числа семейств.

Виды сорных растений, выявленные на мусорных местах, имеют неодинаковое распределение по установленным 100 родам. Среднее количество видов в роде – 1.31. Наибольшее количество видов имеют 6 родов: василек (*Centaurea*), клевер (*Trifolium*) – по 4 вида; пикульник (*Galeopsis*), подмаренник (*Galium*), подорожник (*Plantago*), мелколепестник (*Erigeron*) – по 3 вида. Еще в 19 родов входят по 2 вида: щирица (*Amaranthus*), тысячелистник (*Achillea*), полынь (*Artemisia*), чертополох (*Carduus*), бодяк (*Cirsium*), ястребинка (*Hieracium*), осот (*Sonchus*), звездчатка (*Stellaria*), люпин (*Lupinus*), горошек (*Vicia*), эпилобиум (*Epilobium*), полевица (*Agrostis*), кострец (*Bromopsis*), мятлик (*Poa*), персикария (*Persicaria*), щавель (*Rumex*), лютик (*Ranunculus*), лапчатка (*Potentilla*), вероника (*Veronica*).

Для каждого выявленного вида сорного растения была рассчитана его встречаемость на мусорных местах в обследованных хозяйствах Липецкой области. Соответственно значениям показателя встречаемости, виды были распределены по классам постоянства (I класс – встречаемость 0,01 – 20,99 %; II класс – встречаемость 21,00 – 40,99 %; III класс – встречаемость 41,00 – 60,99 %; IV класс – встречаемость 61,00 – 80,99 %; V класс – встречаемость 81,00 – 100 %) [5].

После распределения видов сорных растений по классам постоянства встречаемости была определена доля видов каждого класса в общем видовом составе сорных растений мусорных мест. Самые низкие доли имели V и IV классы постоянства встречаемости (по 0,75 %). Доля видов III класса постоянства встречаемости (5,97 %) и II класса постоянства встречаемости (13,43 %) несколько выше. Самый многочисленный – I класс постоянства встречаемости, его доля составляет 79,10 %.

Несмотря на небольшую долю в общем видовом составе, виды сорных растений, входящие в классы высокого постоянства встречаемости (III, IV, V классы), имеют определяющее значение при формировании засоренности в силу своих высоких показателей встречаемости. Данные виды составляют группу видов, доминирующих по встречаемости.

Группа доминирующих по встречаемости видов сорных растений на мусорных местах в обследованных хозяйствах Липецкой области образована 10 видами, относящимися к III, IV и V классам постоянства встречаемости.

На мусорных местах в обследованных хозяйствах Липецкой области к V классу постоянства встречаемости относится только один вид – трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.) с встречаемостью 81,58 %.

На мусорных местах в обследованных хозяйствах Липецкой области к IV классу постоянства встречаемости также относится только один вид – вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) с встречаемостью 65,79 %.

На мусорных местах в обследованных хозяйствах Липецкой области к III классу постоянства встречаемости относятся 8 видов сорных растений. Их показатели встречаемости входят в диапазон 44,74 – 60,53 %: полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) – 44,74 %, латук дикий (*Lactuca serriola* L.) – 44,74 %, пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) – 50,00 %, полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.) – 50,00 %, пастушья сумка обыкновенная (*Cap-sella bursa-pastoris* (L.) Medik.) – 55,26 %, одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.) – 55,26 %, горец птичий (*Polygonum aviculare* L.) – 57,89 %, цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) – 60,53 %.

Виды сорных растений, имеющие показатели встречаемости II класса постоянства регистрировались в ходе мониторинга мусорных мест реже, чем виды, относящиеся к группе доминант. Их роль в формировании засоренности не столь значительна, поэтому данные виды составляют группу сопутствующих по встречаемости видов.

На мусорных местах в обследованных хозяйствах Липецкой области ко II классу постоянства встречаемости относятся 18 видов сорных растений. Их показатели встречаемости входят в диапазон 21,05 – 39,47 %: пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.) – 21,05 %, щирица назадзапрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.) – 23,68 %, молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata* Waldst. et Kit.) – 23,68 %, морковь дикая (*Daukus carota* L.) – 26,32 %,

мальва маленькая (*Malva pusilla* Smith.) – 26,32 %, смолевка луговая (*Silene pratensis* (Rafn) Godr.) – 26,32 %, лопух паутинистый (*Arctium tomentosum* Mill.) – 28,95 %, сокирки великолепные (*Consolida regalis* S.F. Gray) – 28,95 %, овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) – 28,95 %, пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) – 28,95 %, мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis* L.) – 31,58 %, ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.) – 31,58 %, костер ржаной (*Bromus secalinus* L.) – 36,84 %, костер безостый (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub) – 36,84 %, бодяк седой (*Cirsium incanum* (S.G. Gmel.) Fisch.) – 39,47 %, подорожник большой (*Plantago major* L.) – 39,47 %, марь белая (*Chenopodium album* L.) – 39,47 %, мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) – 39,47 %.

На мусорных местах в обследованных хозяйствах Липецкой области основная часть зарегистрированных видов сорных растений характеризуется низкими показателями встречаемости (2,63 – 18,42 %). Согласно этим показателям 106 видов сорных растений вошли в I класс постоянства встречаемости. Соответственно, их присутствие на мусорных местах в хозяйствах имеет эпизодический характер.

Среди видов сорных растений I класса постоянства заслуживают внимания 26 видов, встречаемость которых на мусорных местах превышает 10,00 %. Их показатели встречаемости входят в диапазон 10,53 – 18,42 %: тимopheевка луговая (*Phleum pratense* L.) – 10,53 %, василек синий (*Centaurea cyanus* L.) – 10,53 %, клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) – 10,53 %, липучка растопыренная (*Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort.) – 10,53 %, ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) – 10,53 %, гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve) – 10,53 %, пастернак посевной (*Pastinaca sativa* L.) – 10,53 %, ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.) – 10,53 %, горец щавелелистный (*Persicaria lapathifolia* (L.) Delarbre) – 10,53 %, лук круглый (*Allium rotundum* L.) – 10,53 %, горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.) – 10,53 %, чистец однолетний (*Stachys annua* (L.) L.) – 13,16 %, лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.) – 13,16 %, синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.) – 13,16 %, пикульник красивый (*Galeopsis speciosa* Mill.) – 13,16 %, чертополох колючий (*Carduus acanthoides* L.) – 13,16 %, подмаренник мягкий (*Galium mollugo* L.) – 13,16 %, синеголовник плосколистный (*Eryngium planum* L.) – 13,16 %, тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) – 15,79 %, люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.) – 15,79 %, осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) – 15,79 %, зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) – 15,79 %, подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.) – 18,42 %, редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.) – 18,42 %, пикульник ладанниковый (*Galeopsis ladanum* L.) – 18,42 %, репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.) – 18,42 %.

В ходе анализа было обнаружено, что ряд видов сорных растений могут изменить свой статус. Так, показатели встречаемости на мусорных местах мятлика лугового, бодяка щетинистого, подорожника большого и мари белой (39,47 %), входящих во II класс постоянства, близки к пороговому значению для перехода в III класс постоянства. Тем самым эти виды могут перейти из группы сопутствующих в группу доминирующих по встречаемости видов. Также показатели встречаемости на мусорных местах пикульника ладанникового, редьки дикой, репешка обыкновенного и подмаренника цепкого (18,42 %), входящих в I класс постоянства, близки к пороговому значению для перехода во II класс постоянства. Тем самым эти виды могут войти в группу сопутствующих по встречаемости видов.

Далее был проведен анализ видового состава сорных растений мусорных мест по продолжительности жизни видов. Рассматривались все виды в целом, группа доминирующих видов, группа сопутствующих видов. Во всех проанализированных группах преобладали многолетние виды сорных растений (все виды – 59,70 %, доминирующие виды – 60,00 %, сопутствующие виды – 61,11 %).

В научных исследованиях ранее был проанализирован видовой состав сорных растений, выявленный в агроценозах сельскохозяйственных культур в Липецкой области [6]. Это дало возможность провести сравнение по некоторым позициям. В частности, были сопоставлены группы преобладающих по числу видов семейств на полях и мусорных местах в агро-

экосистемах хозяйств. Выявлено, что 7 семейств сорных растений преобладают по числу видов как на мусорных местах в хозяйствах, так и на полях. В их число входят семейства Сложноцветные, Гречиховые, Злаки, Бобовые, Губоцветные, Крестоцветные, Бурачниковые. На первом месте по числу видов в обоих случаях расположено семейство Сложноцветные, при этом позиции остальных 6 общих семейств отличаются. Семейства Гвоздичные и Молочайные, преобладающие по числу видов на полях, на мусорных местах не столь значимы, их место занимают семейства Зонтичные и Норичниковые.

Также был изучен вопрос о присутствии на мусорных местах тех видов сорных растений, которые выходят в доминанты в агроценозах сельскохозяйственных культур. По данным исследований [6], на полях Липецкой области выходят в доминирующие 8 видов сорных растений: вьюнок полевой, фиалка полевая, марь белая, подмаренник цепкий, пикульник обыкновенный, бодяк седой, ежовник обыкновенный, щирица назадзапрокинутая. Перечисленные виды были обнаружены и при мониторинге мусорных мест в хозяйствах.

Один вид из полевых доминант также является доминирующим и на мусорных местах в хозяйствах: вьюнок полевой (IV класс постоянства встречаемости).

Пять видов из полевых доминант являются сопутствующими видами на мусорных местах в хозяйствах: бодяк седой, щирица назадзапрокинутая, марь белая, пикульник обыкновенный, ежовник обыкновенный (II класс постоянства встречаемости).

Два вида из полевых доминант являются малозначимыми на мусорных местах в хозяйствах: фиалка полевая (I класс постоянства встречаемости), подмаренник цепкий (I класс постоянства встречаемости, но потенциально возможен переход вида в группу сопутствующих).

Выводы

1. На мусорных местах в обследованных хозяйствах Липецкой области выявлены 28 семейств, 100 родов и 134 вида сорных растений.

2. В группу преобладающих по количеству видов входят 9 семейств сорных растений.

3. Большинство выявленных на мусорных местах видов сорных растений входят в классы низкого постоянства встречаемости (I класс – 79,10 %, II класс – 13,43 %).

4. Среди выявленных видов по продолжительности жизни преобладают многолетники. Их доли в составе группы доминирующих видов, группы сопутствующих видов, всего видового состава примерно одинаковые (59,70 – 61,11 %).

5. Наиболее значимыми на мусорных местах являются 10 видов сорных растений (III, IV, V классы постоянства), которые составляют группу доминирующих по встречаемости видов.

6. Второстепенное значение на мусорных местах имеют 18 видов сорных растений (II класс постоянства), которые составляют группу сопутствующих по встречаемости видов.

7. Выявлено, что ряд видов сорных растений по показателям встречаемости могут в дальнейшем повысить свой статус: 4 вида могут перейти из II класса в III класс; 4 вида могут перейти из I класса во II класс.

8. Выявлено, что 8 видов сорных растений, которые выходят в доминанты в агроценозах сельскохозяйственных культур Липецкой области, присутствуют и на мусорных местах в хозяйствах.

Список источников

1. Александрова К.И. и др. Определитель сорняков Центрального Черноземья / К.И. Александрова, Г.И. Барабаш, Г.М. Камаева, Н.С. Камышев. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975. 276 с.

2. Алиев Т.Г. Рекомендации по борьбе с сорняками в плодово-ягодных насаждениях Центрально-Черноземной зоны России / Т.Г. Алиев // Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: м-лы 3-го Межд. на-

уч.-произв. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20-21 июля 2005). Голицыно: ВНИИФ, 2005. С. 304-330.

3. Бобрович Л.В. Сорная растительность в садовых агроценозах / Л.В. Бобрович, Н.В. Андреева // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 4. Порядковый номер: 51.

4. Дудкин И.В. Эволюция сорного компонента агрофитоценозов Центрально-Черноземной зоны / И.В. Дудкин, З.М. Шмат // Земледелие. 2006. № 4. С. 34-36.

5. Казанцева А.С. Основные агрофитоценозы предкамских районов ТАССР / А.С. Казанцева // Вопросы агрофитоценологии. Казань, 1971. С. 10-74.

6. Лунева Н.Н. Теоретическое обоснование и практическая реализация фитосанитарного районирования сорных растений: дис. ... д-ра биологических наук / Н.Н. Лунева. Санкт-Петербург, 2022. 409 с.

7. Лунева Н.Н. Методика изучения распространенности видов сорных растений / Н.Н. Лунева, Е.Н. Мысник // Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза. Санкт-Петербург, 2012. С. 85-92.

8. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / П.Ф. Маевский. Москва: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. 635 с.

9. Марков М.В. Агрофитоценология / М.В. Марков. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1972. 272 с.

10. Мысник Е.Н. Рудеральный компонент сорной растительности агроэкосистем юго-западной части Липецкой области / Е.Н. Мысник, В.Л. Захаров, Р.В. Щучка // Агропромышленные технологии центральной России. 2016. № 2. С. 81-90.

11. Мысник Е.Н. и др. Сорные растения рудерального компонента агроэкосистем юго-востока Липецкой области / Е.Н. Мысник, В.Л. Захаров, Р.В. Щучка, Б.А. Сотников, В.А. Кравченко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (60). С. 31-39.

12. Мысник Е.Н. «Сорные растения Российской Федерации на разных типах местообитаний» / Е.Н. Мысник, Н.Н. Лунева // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020622271. Дата регистрации в Реестре баз данных 13 ноября 2020 г.

13. Мысник Е.Н. и др. Рудеральная составляющая сорной флоры агроэкосистем северо-восточной части Липецкой области / Е.Н. Мысник, Р.В. Щучка, В.Л. Захаров, Б.А. Сотников, В.А. Кравченко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (57). С. 28-34.

14. Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР / В.В. Никитин. Ленинград: Наука, 1983. 454 с.

15. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза / А.И. Толмачев // Новосибирск: Наука, 1986. 195 с.

16. Ульянова Т.Н. Сорные растения во флоре России и сопредельных государств / Т.Н. Ульянова // Барнаул: Азбука, 2005. 297 с.

References

1. Aleksandrova K.I. et al. The determinant of weeds of the Central Chernozem region. K.I. Aleksandrova, G.I. Varabash, G.M. Kamaeva, N.S. Kamyshev. Voronezh: Voronezh State University Publ., 1975. 276 p.

2. Aliev T.G. Recommendations for weed control in fruit and berry plantations of the Central Chernozem zone of Russia. Scientifically based systems for the use of herbicides for weed control in the practice of crop production: Materials of the 3rd International Scientific and Production Meeting on July 20-21, 2005, Golitsyno: All-Russian Research Institute of Phytopathology Publ., 2005, pp. 304-330.

3. Bobrovich L.V., Andreeva N.V. Weed vegetation in garden agroecosystems. Science and Education, 2021, vol. 4, no. 4, article number 51.

4. Dudkin I.V., Shmat Z.M. Evolution of the weed component of agrophytocenoses of the Central Chernozem zone. Agriculture, 2006, no. 4, pp. 34-36.
5. Kazantseva A.S. Basic agrophytocenoses of Cis-Kama regions of Tataria. Questions of agrophytocenology, Kazan, 1971, pp. 10-74.
6. Luneva N.N. Theoretical justification and practical implementation of phytosanitary zoning of weeds: dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences. Specialty 06.01.07 – Plant protection. St. Petersburg, 2022. 409 p.
7. Luneva N.N., Mysnik E.N. Methodology for studying the prevalence of weed plant species. Methods of phytosanitary monitoring and forecasting. St. Petersburg, 2012. Pp. 85-92.
8. Maevskij P.F. Flora of the middle zone of the European part of Russia. Moscow: Comrade Scientific ed. KMK Publ., 2014. 635 p.
9. Markov M.V. Agrophytocenology. Kazan: Kazan University Publ., 1972. 272 p.
10. Mysnik E.N., Zaharov V.L., Shchuchka R.V. Ruderal component of weed vegetation of agroecosystems of the south-western part of the Lipetsk region. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2016, no. 2, pp. 81-90.
11. Mysnik E.N. et al. Weeds of the ruderal component of agroecosystems of the south-east of the Lipetsk region. E.N. Mysnik, V.L. Zaharov, R.V. Shchuchka, B.A. Sotnikov, V.A. Kravchenko. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University, 2019, no. 1 (60), pp. 31-39.
12. Mysnik E.N., Luneva N.N. «Weeds of the Russian Federation on different types of habitats». Certificate of state registration of the database № 2020622271. The date of registration in the Database Registry is November 13, 2020.
13. Mysnik E.N. et al. Ruderal component of the weed flora of agroecosystems of the northeastern part of the Lipetsk region. E.N. Mysnik, R.V. Shchuchka, V.L. Zaharov, B.A. Sotnikov, V.A. Kravchenko. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University, 2018, no. 2 (57), pp. 28-34.
14. Nikitin V.V. Weeds of the flora of the USSR. Leningrad: Nauka Publ., 1983. 454 p.
15. Tolmachev A.I. Methods of comparative floristics and problem of florogenesis. Novosibirsk: Nauka Publ., 1986. 195 p.
16. Ulyanova T.N. Weeds in the flora of Russia and neighboring countries. Barnaul: Azbuka Publ., 2005. 297 p.

Информация об авторах

Е.Н. Мысник – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов;

В.Л. Захаров – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

В.А. Кравченко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

Б.А. Сотников – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Information about the authors

E.N. Mysnik – Candidate of biological sciences, senior researcher at the laboratory of phytosanitary diagnostics and forecasts;

V.L. Zakharov – Doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of the department of agricultural technologies, storage and processing of agricultural products;

V.A. Kravchenko – Candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of agricultural technologies, storage and processing of agricultural products;

B.A. Sotnikov – Candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of agricultural technologies, storage and processing of agricultural products.

АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ AGROENGINEERING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Научная статья
УДК 631.362.34
DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-123-130

РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫСЕВ ЗАДАННЫХ НОРМ

Габаев Алий Халисович¹✉

¹Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова,
Кабардино-Балкарская республика, Нальчик, Россия
¹alii_gabaev@bk.ru✉

Аннотация. В данной работе приведены результаты теоретических исследований, а также расчета рабочего процесса высевающего аппарата зерновой сеялки. Добиться высокого качества посева и дружных всходов можно только при работе на заведомо исправной, обкатанной и достаточно хорошо отрегулированной сеялке. Одинаковость высева семян всеми катушками определяется точностью сборки высевающих аппаратов, то есть одинаковостью длин рабочей части катушек. При этом нельзя допускать, чтобы длины рабочей части катушек различались более чем на 0,5 мм. При установлении факторов, связанных с расчетом катушечного выбрасывающего аппарата на высев заданных норм, необходимо иметь в виду, что помимо условий работы посевного агрегата и агротехнических требований, предъявляемых к нему как к машине сельскохозяйственного назначения, также следует учитывать и характерные особенности посевного материала, с которым посевной агрегат оперирует. По своим физико-механическим свойствам, таким как форма, вес, геометрические параметры отдельных зерен, объемный вес, свойства сыпучести, семенной материал может очень сильно отличаться, и зависит это не только от вида и сорта культуры. Свойства посевного материала могут отличаться даже в зависимости от года собранного урожая и местности произрастания культуры. Кроме того, на физико-механические свойства может оказать влияние качество очистки и сортировка семенного материала. В результате проведенных теоретических исследований выявлены некоторые зависимости, влияющие на толщину активного слоя и особенности перемещения семян под действием вращающейся катушки у высевающих аппаратов со сдвигающимся типом катушки.

Ключевые слова: сеялка, семенная коробка, желобок, опорное колесо, почва

Для цитирования: Габаев А.Х. Расчет рабочего процесса высевающего аппарата зерновой сеялки и факторы, влияющие на высев заданных норм // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С. 123-130. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-123-130>.

Original article

CALCULATION OF THE WORKING PROCESS OF THE SOWING APPARATUS OF A GRAIN SEEDER AND FACTORS INFLUENCING THE SOWING OF SPECIFIED RATES

Aliy Kh. Gabaev¹✉

¹Kabardino-Balkaria State Agrarian University named after V.M. Kokova,
Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Russia
¹alii_gabaev@bk.ru✉

Abstract. This paper presents the results of theoretical research, as well as the calculation of the working process of the sowing apparatus of a grain drill. It is possible to achieve high-quality sowing and

friendly seedlings only when working on a deliberately serviceable, run-in and well-adjusted seeder. The uniformity of seed sowing by all coils is determined by the accuracy of the assembly of the sowing machines, that is, the uniformity of the lengths of the working part of the coils. At the same time, it should not be allowed that the lengths of the working part of the coils differ by more than 0.5 mm. When determining the factors associated with the calculation of the coil ejector for sowing the specified norms, it must be borne in mind that in addition to the operating conditions of the sowing unit and the agrotechnical requirements imposed on it as an agricultural machine, the characteristic features of the seed material with which the sowing unit operates should also be taken into account. According to its physical and mechanical properties, such as shape, weight, geometric parameters of individual grains, bulk weight, flowability properties, seed material can vary greatly, and it depends not only on the type and variety of culture. The properties of the seed material may differ even depending on the year of harvest and the area where the crop grows. In addition, the physico-mechanical properties may be affected by the quality of cleaning and sorting of seed material. As a result of the theoretical studies carried out, some dependencies have been identified that affect the thickness of the active layer and the peculiarities of seed movement under the action of a rotating coil in sowing machines with a shifting coil type.

Key words: *seeder, seed box, groove, support wheel, soil*

For citation: *Gabaev A.Kh. Calculation of the working process of the sowing apparatus of a grain seeder and factors influencing the sowing of specified rates. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 2(32), pp. 123-130. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-123-130>.*

Введение

Посев семян различных сельскохозяйственных культур на полях сельскохозяйственных предприятий производится тремя основными типами сеялок – разбросными, рядовыми и гнездовыми. Для посева семян зерновых культур наиболее широко применяется рядовой посев. Преимущество рядового посева по сравнению с разбросным очевидно, и оно достигается не только из-за повышения урожайности, но и за счет экономии посевного материала, а также удобства последующего ухода за посевами.

Учитывая широкое распространение рядового посева, исследование процесса высева семян катушечными высевающими аппаратами является весьма актуальной задачей.

Процесс посева зерновых культур осуществляется таким образом, что подготовленный семенной материал загружается в семенной ящик сеялки, из которого семена поступают в семенную коробку высевающего аппарата. Далее, в строго определенном количестве, семена забираются катушкой того или иного вида и направляются в воронку семяпровода, а затем через семяпровод в раструб сошника, которым подаются в борозду, образованную последним. Равномерное распределение семян по площади питания благоприятно сказывается на их прорастании и дальнейшем развитии всходов.

По своим физико-механическим свойствам, таким как, форма, вес, геометрические параметры отдельных зерен, объемный вес, свойства сыпучести, семенной материал может очень сильно отличаться и зависит это не только от вида и сорта культуры. В зависимости от указанных факторов, каждый вид семян сельскохозяйственных растений необходимо обеспечить соответствующей площадью питания. Соответственно при выполнении этого агротехнического требования для засева единицы площади поля расходуется разное количество семян.

Рассматривая физико-механические свойства различных сельскохозяйственных культур, можно наблюдать значительную разницу даже по таким основным параметрам, как средний вес 1000 зерен, геометрическим размерам, объему, а также по норме высева. И, соответственно, вопрос конструкции высевающего аппарата, одинаково подходящего для посева таких семян, трудновыполним. Наука и практика решают данную задачу разработкой и выпуском специальных сеялок – кукурузных, хлопковых и т.д., кардинально отличающихся по конструкции, а зачастую и по способу действия высевающих аппаратов от высевающих аппаратов, предназначенных для посева хлебных злаков [1].

Цель исследования заключается в определении и обосновании факторов, влияющих на толщину активного слоя и характера движения семенного материала непосредственно в полости семенной коробки высевающего аппарата.

Материалы и методы исследований.

Следует отметить, что расчетом количества и равномерности посева семян зерновых культур в разные годы занимались известные отечественные ученые: А.С. Абашкин, М.К. Амирханов, А.И. Беднов, Г.К. Демидов, М.Б. Ероков и многие другие. Необходимым условием для высококачественного посева является правильная установка высевающих аппаратов машины, при которой каждый аппарат высевает одинаковое количество семян.

При рассмотрении процесса движения зерна важны основные факторы, влияющие на изменение характера движения семян, начиная с семенного ящика вплоть до скатывания их по стенкам бороздки на дно и заземления (заделки в почву). Определение этих факторов позволяет выявить основные закономерности движения семян, величину их скорости, необходимой для решения проблемы выбора основных конструктивных параметров высевающего аппарата.

В целях оценки неравномерности зерновой струи в научно-исследовательской лаборатории кафедры «Агроинженерия» Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета в 2023 году проводились теоретические и лабораторные исследования, для осуществления которых была разработана лабораторная установка, в которой зерновой поток принимается на бумажную липкую ленту, равномерно перемещающуюся со скоростью, соответствующей рабочей скорости зерновой сеялки.

Каждое зерно, попавшее на липкую ленту, остается на том же месте (удерживается клеем ленты), где оно и выпало. Таким образом, остается рассмотреть распределение зерен на липкой ленте и охарактеризовать его каким-либо показателем.

Нормы посева семян основных хлебов в различных почвенно-климатических зонах страны в зависимости от района, а также сорта культуры колеблются в довольно широких пределах, начиная от шестидесяти килограммов на гектар в районах с мягким климатом с благоприятными условиями для развития и дальнейшего роста всходов до ста сорока килограммов на гектар для районов с менее комфортными почвенно-климатическими условиями. А в иных случаях повышают норму посева вплоть до ста семидесяти килограммов на гектар.

В зависимости от ширины между рядами при заданной норме посева семян рядовой зерновой сеялкой количество зерен на одном погонном метре ряда меняется прямо пропорционально.

Результаты исследований и их обсуждение

Рассмотрим возможность осуществления заданного количества посева V_0 на длину пути M_0 , равную длине окружности опорного колеса сеялки. Количество семян на длине борозды равной длине окружности колеса сеялки может различаться в зависимости от заданной нормы посева и культуры.

$$v_0 i = V_0, \quad (1)$$

Из выражения видно, что V_0 зависит от v_0 и i и, соответственно, V_0 может меняться за счет изменения каждого из этих параметров. Изменение количества V_0 за счет изменения v_0 при постоянном i характерно для высевающих аппаратов со сдвигаемым типом катушек, которые позволяют менять рабочий объем катушки [1].

Рассмотрим более подробно высевающие аппараты со сдвигаемыми катушками, как наиболее распространенными для посева зерновых культур. Прежде всего, отметим некоторые особенности в перемещении семенного материала за счет непосредственного воздействия на него со стороны вращающейся катушки. Как известно, при вращении катушка своими желобами перемещает по направлению вращения не только семена, находящиеся в желоб-

ках, но и определенный слой семенного материала, находящегося в непосредственной близости к ней. Этот слой семян толщиной C называется активным слоем. Если расстояние между катушкой и дном семенной коробки высевающего аппарата больше чем толщина активного слоя, то между стенкой семенной коробки и активным слоем формируется неподвижный слой семенного материала, так называемый мертвый слой [2].

Исследования показывают, что семена, находящиеся непосредственно в желобках катушки, передвигаются со скоростью, равной скорости вращения катушки или близкой к ней за счет некоторого скольжения семенного материала по рабочей поверхности катушки в зависимости от формы и размеров последнего.

В связи с тем, что при перемещении друг относительно друга между семенами возникает сила трения, которая задерживает их движение, слой семян, расположенный вне желобков катушки, продвигается с убывающей скоростью по толщине, достигая нуля на стыке слоев между активным и мертвым слоями.

Таким образом, при вращении катушка своими желобками создает область, в пределах которой семенной материал перемещается, образуя активный слой. Форма активного слоя близка к кольцеобразному потоку толщиной C_0 , которая почти постоянна в области, расположенной ниже горизонтальной оси катушки [3, 4].

Применительно к семенам различных сельскохозяйственных культур толщину активного слоя C_0 , образующуюся при работе катушек различного размера с различным числом желобков, целесообразно рассматривать в условном выражении C , а именно в виде условного слоя, формирующегося при движении семян в активном потоке со скоростью $w_{кат}$, соответствующей скорости катушки [5].

Условный активный слой C отличается от толщины действительного активного слоя C_0 , но при определенных условиях соотношение толщин этих слоев сохраняется постоянным. Таким образом, влияние на действительную толщину C_0 активного слоя конструктивных параметров катушки, таких как размеры, скорость вращения, число и форма ее желобков, можно наблюдать по изменению приведенной толщины C слоя.

Чтобы подтвердить утверждение неизменности соотношения C/C_0 при определенных условиях, рассмотрим поперечное сечение активного слоя, проходящего через ось катушки высевающего аппарата, где поток принимает установившийся характер, то есть в этом месте семена из активного потока не переходят на сторону мертвого слоя, и из последнего к активному слою не присоединяются новые семена. В этом случае через данное сечение и через любое другое последующее, расположенное ниже уровня оси катушки, будет проходить одинаковое количество семян или, другими словами, одинаковый объем семенного материала за единицу времени. Если l – рабочая часть катушки, w_{cp} – средняя скорость семян, то секундный объем семенного материала, проходящий через указанное сечение, можно определить по следующему выражению:

$$V = lC_0w_{cp}, \quad (2)$$

Такой же объем семенного материала проходит через сечение активного слоя приведенной толщины, то есть:

$$CV = lCw_{кат}, \quad (3)$$

Таким образом, после преобразования выражение примет вид:

$$C_0w_{cp} = Cw_{кат}, \quad (4)$$

отсюда

$$\frac{C}{C_0} = \frac{w_{cp}}{w_{кат}}. \quad (5)$$

Очевидно, что соотношение C/C_0 будет постоянным при условии постоянства отношения скоростей $\frac{w_{cp}}{w_{кат}}$, а постоянство соотношения названных скоростей возможно в том случае, когда скорость w_{cp} сохранится в любом сечении установившегося потока.

Можно утверждать, что при сохранении распределения скоростей семян в различных сечениях потока выражение (5) не изменит своего значения, даже если толщина слоя в разных сечениях будет неодинакова [6, 7].

В самом деле, если допустить отсутствие скольжения семени по поверхности желобка, скорость семян будет равняться скорости катушки. Для семян, расположенных на некотором расстоянии x (в радиальном направлении) от поверхности катушки, скорость будет меньше, и она будет уменьшаться по мере увеличения расстояния от поверхности катушки, а на расстоянии C_0 скорость семян равна нулю.

Таким образом, изменение скорости семян в поперечном сечении активного слоя можно будет выразить функцией x :

$$w = f(x).$$

Об этой функции $f(x)$ можно сказать, что она является убывающей и удовлетворяет следующему условию:

- 1) при $x=0$, $w=w_{кат}$;
- 2) при $x=C_0$, $w=0$.

Среднюю скорость семян w_{cp} можем определить по выражению:

$$w_{cp} = \frac{1}{C_0} \int_0^{C_0} f(x) dx. \quad (6)$$

Вид функции $f(x)$ – неизвестен; однако если удастся опытным путем получить значения $w=w_1, w_2, \dots, w_n$ на соответствующих расстояниях $x=x_1, x_2, \dots, x_n$, то путем интерполяции всегда можно подобрать кривую $w=f_a(x)$, сколь угодно близко подходящую к точкам $(w_1, x_1), (w_2, x_2) \dots (w_n, x_n)$.

В этом случае подходит парабола m -го порядка:

$$w = w_{кат} \left(1 - \frac{x}{C_0}\right)^m = f_a(x). \quad (7)$$

Данный порядок распределения скоростей в поперечных сечениях удовлетворяет приведенному выше условию, то есть для $x=0$; $w=w_{кат}$, а для $x=C_0$; $w=0$.

Показатель m , для приведенного случая – это положительное число, также оно не должно равняться нулю и определяет параболу, соответственно выражает характер распределения скоростей [8].

Если, используя выражение (7), определить значение средней скорости w_{cp} по формуле (6), то выражение примет следующий вид:

$$w_{cp} = \frac{w_{кат}}{C_0} \int_0^{C_0} \left(1 - \frac{x}{C_0}\right)^m dx = \frac{w_{кат}}{m+1}, \quad (8)$$

отсюда

$$\frac{w_{cp}}{w_{кат}} = \frac{1}{b+1} = \frac{C}{C_0}. \quad (9)$$

Таким образом, если в разных поперечных сечениях активного слоя семян характер распределения скоростей сохраняется, то есть сохраняется значение m , то соответственно сохраняется значение соотношения скоростей $\frac{w_{cp}}{w_{кат}}$ вне зависимости от действительной толщины активного слоя семян.

Если же характер распределения скоростей в различных сечениях установившейся части активного слоя оказывается существенно различным, что может быть оценено различными значениями m , то отношение $\frac{w_{cp}}{w_{кат}}$ также не сохранит постоянства. Например, если в одном сечении распределение скоростей определяется показателем $m=2$, а в другом – $m=1$, то отношение скоростей в первом случае будет определяться величиной $\frac{1}{3}$, а в другом – $\frac{1}{2}$.

Однако нет достаточных оснований предполагать, что в части установившегося потока характер распределения скоростей может существенно меняться от сечения к сечению; отклонения, если их удастся заметить, должны быть практически столь незначительны, что величина их может лежать в пределах точности измерений [9, 10].

На этом основании можно сделать вывод, что выражение (5) соответствует действительности.

Значение показателя m экспериментально нами не определялось. Однако из формулы (8) видно, что влияние на C_0 таких факторов, как параметры катушки, форма и число желобков, скорость вращения катушки можно определить, исследуя изменения величины C . Величину C определяем по формуле (10) для объемного выхода семян из высевающего аппарата за один оборот катушки:

$$C = \frac{v_0 n}{l w_{кат} 60}, \quad (10)$$

где v_0 , l и $w_{кат}$ могут быть непосредственно измерены.

В качестве иллюстрации к вышеизложенному приведем данные, полученные опытным путем, выясняющие влияние на толщину активного слоя рабочей длины L и скорости вращения катушки.

На рисунке 1 можно видеть характерное изменение приведенной толщины C активного слоя катушки для ржи объемным весом $N=0,7082/см^3$ в зависимости от скорости вращения катушки и ее рабочей длины L .

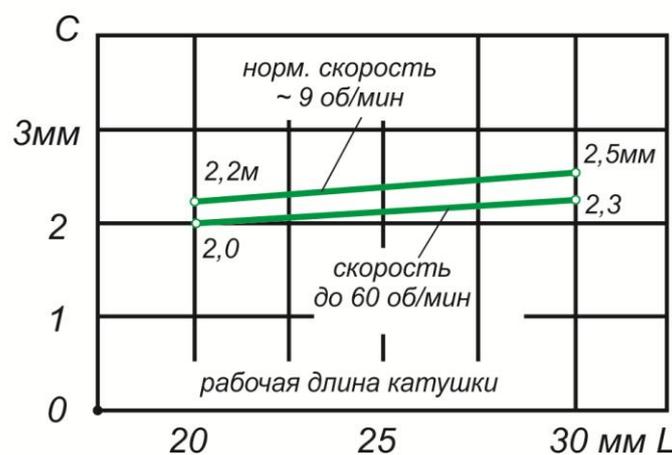


Рисунок 1. Толщина C приведенного слоя ржи для катушечного высевающего аппарата

Эти данные показывают, что толщина активного слоя не остается без изменения. C увеличением рабочей длины L катушки толщина C увеличивается, причем это увеличение крайне незначительно. C уменьшением скорости катушки незначительно уменьшается.

Таким образом, если увеличить скорость в 7 раз, то C снижается на 1/10, а увеличение L на 50% увеличивает C на 10%.

Эти показатели указывают на незначительное влияние скорости катушки на величину v_0 – ее рабочего объема.

Длина же катушки L влияет на C несколько больше. Если следовать опытным данным, то зависимость C от L можно было бы представить в линейной форме:

$$C = a + bl, \quad (11)$$

Насколько существенно опытное значение коэффициента b (см. табл. 1), учитывающего влияние длины L , можно привести из опытов с сеялкой СЗ-3,6.

Таблица 1. Значения коэффициентов a и b для исследуемых культур

Культура	a	b
Пшеница	1,5	0,03
Рожь	1,7	0,02

Несомненно, что величина C для разных видов семян будет различной и, кроме того, эта величина будет зависеть также и от некоторых конструктивных форм деталей и размеров высевающего аппарата, его катушки и геометрических размеров семенной коробки.

Выводы

Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод:

1. Преимущество сдвигаемых катушек заключается в удобстве регулирования количества высева и в простоте приспособлений, применяемых для этой цели.

2. Аппараты с несдвигаемыми катушками позволяют регулировать нормы высева за счет изменения скорости вращения катушки или за счет смены катушек с желобками одного размера или вида на другой. В этом отношении высевающие аппараты с несдвигаемыми катушками менее удобны и требуют более сложных манипуляций при регулировании высевающего аппарата на заданную норму высева. В качестве примера можно рассмотреть сеялку, снабженную коробкой скоростей, которая позволяет небольшими ступенями изменять скорость вала выбрасывающих аппаратов в широких пределах. В конструктивном отношении данное устройство является решением задачи, но в то же время устройство усложняет конструкцию, снижает надежность и повышает стоимость посевной машины.

Список источников

1. Апажев А.К. Модернизация зерновой сеялки для работы в условиях повышенной влажности почв / А.К. Апажев, Ю.А. Шекихачев, Л.М. Хажметов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 3 (43). С. 238-245.
2. Габаев А.Х. Влияние различных факторов на норму высева катушечным высевающим аппаратом / А.Х. Габаев // Известия Оренбургского государственного университета. 2022. №5 (97). С. 118-121.
3. Горячкин В.П. Теоретическое обоснование сеялок-культиваторов / В.П. Горячкин, А.Х. Гранвуане. Москва: Колос, 1986. 358 с.
4. Каскулов М.Х., Габаев А.Х. Теоретическое исследование процесса высева и заделки семян в почву посевной секцией сеялки с магнитным высевающим аппаратом / М.Х. Каскулов, А.Х. Габаев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2013. №2(2). С. 77-82.
5. Кравченко И.Н. Основы надежности машин. Ч. II. / И.Н. Кравченко, В.А. Зорин, Е.А. Пучин. Москва: Изд-во ВТУ, 2006. 260 с.
6. Любушко Н.И. Зерновые сеялки на рубеже XXI века / Н.И. Любушко, В.К. Эволинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2001. № 2. С. 4-7.

7. Матущенко А.Е. Агротехнические требования и оценка работы сеялок для пропашных культур / А.Е. Матущенко, М.Д. Сарксян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (102). С. 152-158.

8. Мерецкий С.В. Способ посева зерновых на склонах / С.В. Мерецкий, Н.Ф. Скурятин // Научн. теоретич. журнал «Техника в сельском хозяйстве». 2010. № 2. С. 49-50.

9. Филатов М.И. Значение адаптивных рабочих органов в реализации адаптивно-ландшафтного земледелия / М.И. Филатов, Е.В. Большаков, А.Ф. Абдюкаева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. №3 (101). С. 116-121.

10. Хахов М.А. Исследование процесса работы ребристых катков посевной машины / М.А. Хахов, М.Х. Каскулов // Известия КБНЦ РАН. №1 (9). Нальчик, 2003. С. 31-34.

References

1. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M. Modernization of a grain seeder for operation in conditions of high soil moisture. News Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: Nauka i higher professional education, 2016, no. 3 (43), pp. 238-245.

2. Gabaev A.H., The influence of various factors on the seeding rate by a coil seeding machine. Proceedings of the Orenburg State University, 2022, no. 5 (97), pp. 118-121.

3. Goryachkin V.P., Granvoine A.H. Theoretical justification of cultivator seeders. Moscow: Kolos Publ., 1986. 358 p.

4. Kaskulov M.H., Gabaev A.H. Theoretical study of the process of sowing and embedding seeds in the soil by the sowing section of a seeder with a magnetic seeding apparatus. News Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 2013, no. 2(2), pp. 77-82.

5. Kravchenko I.N., Zorin V.A., Puchin E.A. Fundamentals of machine reliability. Part II. Moscow: VTU Publishing House at the Federal Agency for Special Construction Publ., 2006. 260 p.

6. Lyubushko N.I., Volchinsky V.K. Grain seeders at the turn of the XXI century. Tractors and agricultural machinery, 2001, no. 2, pp. 4-7.

7. Matyushchenko A.E., Sargsyan M.D. Agrotechnical requirements and evaluation of the work of seeders for row crops. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University, 2023, no. 4 (102), pp. 152-158.

8. Meretskiy S.V., Skuryatin N.F. Method of sowing grain on slopes. Scientific theoretical journal «Technology in agriculture», 2010, no. 2, pp. 49-50.

9. Filatov M.I., Bolshakov E.V., Abdyukaeva A.F. The importance of adaptive working bodies in the implementation of adaptive landscape agriculture. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University, 2023, no. 3 (101), pp. 116-121.

10. Akhokhov M.A., Kaskulov M.H. Investigation of the process of operation of ribbed rollers of the sowing machine. News KBNTS RAS, no. 1 (9), Nalchik, 2003, pp. 31-34.

Информация об авторах

А.Х. Габаев – кандидат технических наук, доцент кафедры «Агроинженерия».

Information about the authors

A.H. Gabaev – Candidate of technical sciences, associate professor of the department «Agricultural Mechanization».

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ в научно-практическом журнале «Агропромышленные технологии Центральной России»

Требования к направленным на публикацию рукописям

Представленные для публикации материалы должны соответствовать научному направлению журнала, быть актуальными, содержать новизну, научную и практическую значимость.

В статье обязательно должна быть представлена следующая информация (на русском и английском языках): тип статьи; индекс Универсальной десятичной классификации (УДК); заглавие статьи; сведения об авторе (авторах); аннотация; ключевые слова; список источников.

Дополнительно могут быть приведены: благодарности; сведения о вкладе каждого автора.

При оформлении статьи следует придерживаться следующей структуры: **введение, материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение, выводы.**

Тип статьи – научная. Указывают отдельной строкой слева.

Индекс УДК помещают на отдельной строке слева.

Заглавие статьи приводят перед статьей, по центру, **прописными** буквами.

Сведения об авторе (авторах) содержат: имя, отчество, фамилию автора (полностью); наименование организации (учреждения), где работает или учится автор (без обозначения организационно-правовой формы юридического лица: ФГБУН, ФГБОУ ВО, АО и т.п.); адрес организации (учреждения), где работает или учится автор (город и страна); электронный адрес автора приводят без слова «e-mail», после электронного адреса точку не ставят.

Сведения о месте работы (учебы), электронные адреса, авторов указывают после имен авторов на разных строках и связывают с именами с помощью надстрочных цифровых обозначений.

Автор, ответственный за переписку, и его электронный адрес обозначается условным изображением конверта.

Аннотация: рекомендуемый объем – 150-200 слов. Аннотацию не следует начинать с повторения названия статьи. Аннотация должна содержать следующую информацию: цель исследования, методы, результаты (желательно с приведением количественных данных), выводы. В аннотации не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и оборотов.

Ключевые слова должны соответствовать теме статьи и отражать ее предметную область. Количество ключевых слов **не должно быть меньше 3 и более 7.**

После ключевых слов по желанию приводят слова **благодарности** организациям, научным руководителям и другим лицам, оказавшим помощь в подготовке статьи, сведениях о грантах и т.п. Эти сведения приводят с предшествующим словом «**Благодарности**».

Перечень затекстовых библиографических ссылок помещают после основного текста статьи с предшествующими словами «**Список источников**», который оформляют по ГОСТ Р 7.0.5-2008 «**Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления**».

Библиографические записи в перечне затекстовых библиографических ссылок нумеруют и располагают в **алфавитном** порядке. Отсылку на источник в тексте статьи приводят **в квадратных скобках** после цитаты.

Количество публикаций одного автора в одном выпуске не более 2 статей, выполненных индивидуально, или не более 3-х статей, выполненных в соавторстве.

Особое внимание авторов обращаем на качество перевода заглавия, ключевых слов, аннотации, списка источников и сведений об авторах. Перевод должен быть обязательно сделан профессиональным переводчиком или носителем языка, имеющим необходимую компетенцию. Перевод с помощью автоматизированного переводчика не допускается. При низком качестве перевода статья может быть отклонена от печати.

ВНИМАНИЕ: Авторы несут полную ответственность за достоверность и оригинальность информации, предоставленной в рукописи. Все рукописи проходят проверку на наличие заимствований в системе «Антиплагиат». Оригинальность рукописи должна быть не менее 70 %, в противном случае рукопись будет возвращена без права опубликования. При обнаружении нарушения авторских прав или плагиата будет проведена ретракция опубликованных статей в соответствии с правилами COPE.

Технические требования к оформлению рукописи

Файл в формате *.doc и *.pdf. Формат листа – А4 (210 x 297 мм), все поля по 20 мм. Шрифт: размер (кегель) – 12, тип – Times New Roman. Межстрочный интервал – одинарный. Абзацный отступ – 1,0 мм.

Редактор формул – MathTypeEquation (версии 5-7). Шрифт в стиле основного текста – Times New Roman; переменные – курсив, греческие – прямо, матрица-вектор – полужирный; русские – прямо. Размеры в математическом редакторе (в порядке очередности): обычный – 12 pt, крупный – индекс – 8 pt, мелкий индекс – 7 pt, крупный символ – 14 pt, мелкий символ – 10 pt.

Рисунки, выполненные в графическом редакторе, подавать исключительно в форматах *.jpeg, *.doc (сгруппированные, толщина линии не менее 0,75 pt). Ширина рисунка – не более 11,5 см. Они размещаются в рамках рабочего поля. Рисунки должны допускать перемещение в тексте и возможность изменения размеров. Используемое в тексте сканированное изображение должно иметь разрешение не менее 300 точек на дюйм.

Сканированные формулы, графики и таблицы не допускаются. Форматирование номера рисунка и его названия: шрифт – обычный, размер – 12 пт, выравнивание – по центру. Обратите внимание, что в конце названия рисунка точка не ставится.

Таблицы в тексте должны быть выполнены в редакторе Microsoft Word (не отсканированные и не в виде рисунка). Таблицы должны располагаться в пределах рабочего поля. Форматирование номера таблицы и ее названия: шрифт – обычный, размер – 12 пт, выравнивание – по центру. Обратите внимание, что в конце названия таблицы точка не ставится. Содержимое таблицы – шрифт обычный, размер – 11 пт, интервал – одинарный.

Все страницы рукописи с вложенными таблицами и рисунками должны быть пронумерованы (в счет страниц рукописи входят таблицы, рисунки, подписи к рисункам, список источников, сведения об авторах).

Минимальное количество страниц в статье – 6.

Максимальное количество страниц – 20.

Редакция оставляет за собой право не включать в журнал статьи, не соответствующие требованиям (в том числе к объему текста, оформлению таблиц и иллюстраций).

Авторские права

Авторы имеют возможность лично просмотреть электронный макет статьи перед выпуском журнала и внести последние правки. Отсутствие ответа со стороны авторов снимает ответственность редакции за недочеты в статье. Редакция оставляет за собой право производить необходимую правку и сокращения по согласованию с автором. Рукописи не возвращаются. Авторы не могут претендовать на выплату гонорара. Авторы имеют право использовать материалы журнала в их последующих публикациях при условии, что будет сделана ссылка на публикацию в журнале «Агропромышленные технологии Центральной России».

Рубрики

Объем и рубрики каждого номера журнала «Агропромышленные технологии Центральной России» варьируются в зависимости от содержания поступившего материала, тематики, задач. Основные рубрики журнала и соответствие их номенклатуре научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени:

- Технология хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов (4.3.3. Пищевые системы (технические науки).
- Общее земледелие и растениеводство (4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки).
- Агроинженерные системы и технологии (4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Комплектность материалов, направленных для публикации в журнал

- рукопись статьи (*.doc и *.pdf);
- рецензия доктора наук по научному направлению статьи, подписанная и обязательно заверенная печатью организации;
- справка из отдела аспирантуры для подтверждения статуса аспиранта (для бесплатной публикации);
- копия договора подготовки в докторантуре ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина» для подтверждения статуса докторанта (для бесплатной публикации).

Оплата редакционно-издательских услуг

Реквизиты для оплаты

ИНН: 4821004595

КПП: 482101001

БИК: 014206212

БАНК ПОЛУЧАТЕЛЯ ПЛАТЕЖА: Отделение Липецк // УФК по Липецкой области, г. Липецк
ПОЛУЧАТЕЛЬ ПЛАТЕЖА: УФК по Липецкой области (ЕГУ им. И.А. Бунина, л/с 20466Х13800)

ЕДИНЫЙ КАЗНАЧЕЙСКИЙ СЧЕТ: 40102810945370000039

КАЗНАЧЕЙСКИЙ СЧЕТ: 03214643000000014600

ОКОНХ 92110

ОКПО 02079537

ОКТМО 42715000

КБК 0000000000000000130 (доходы от оказания платных услуг (работ))

Оплата редакционно-издательских услуг **500 руб. за 1 стр.**

Назначение платежа: за выполнение редакционно-издательских услуг, «Агропромышленные технологии Центральной России, ФИО плательщика».

После оплаты Заказчику необходимо направить на электронный адрес agropromelets@mail.ru сканированную квитанцию об оплате, а также почтовый адрес для отправки журнала.

Автор статьи имеет право на получение одного журнала бесплатно вне зависимости от количества соавторов. Информация о приобретении дополнительного экземпляра сообщается заранее, экземпляр оплачивается по каталожной цене журнала.

Право на бесплатную публикацию в журнале имеют:

все аспиранты, докторанты ФГБОУ ВО Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», **члены редакционной коллегии журнала** «Агропромышленные технологии Центральной России», **ведущие ученые**, статьи которых имеют высокую научно-практическую значимость (по согласованию с заместителями главного редактора и после утверждения главным редактором).

Ведущими учеными признаются лица, имеющие следующие документально подтвержденные результаты научной деятельности за 5 лет, предшествующие публикации: 1) количество статей в международных цитатно-аналитических базах данных Web of Science и Scopus – не менее 5; 2) количество статей в Перечне рецензируемых научных изданий РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, доктора наук на основании данных РИНЦ («Перечень ВАК») – не менее 8; 3) количество рецензируемых монографий в области знаний, соответствующих научной специальности ученого, – не менее 1; 4) индекс Хирша – не менее 10.

В одном номере журнала принято ограничение на количество бесплатных публикаций:

- количество публикаций аспирантов и докторантов не должно превышать 5 статей;
- количество публикаций членов редакционной коллегии не должно превышать 5 статей;
- количество публикаций ведущих ученых не должно превышать 3 статей.

РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

Порядок рецензирования рукописей научных статей, поступивших в редакцию журнала «Агропромышленные технологии Центральной России».

1. Рукописи научных статей, поступившие в редакцию, проходят обязательное рецензирование с целью их экспертной оценки.

2. Председатель редакционного совета определяет соответствие рукописи статьи профилю журнала и требованиям к оформлению.

3. После рассмотрения рукописи статьи на заседании редакционной коллегии рукопись направляется на рецензирование специалисту (доктору или кандидату наук), имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемых статей. Если статья не соответствует профилю журнала, то автору сообщается о невозможности ее публикации.

4. Тип рецензирования — двустороннее слепое (анонимное). Присланные рецензентам рукописи являются частной собственностью авторов и содержат сведения, не подлежащие разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей, а также передавать статьи на рецензирование другому лицу.

5. Срок рецензирования составляет не более четырех недель.

6. Рецензент оценивает:

соответствие содержания статьи ее названию; структуру статьи (предмет исследования, постановка задачи, ход проведения исследований, результаты и выводы); наличие в статье научной или технической новизны; достоинства и недостатки статьи.

7. Рецензент дает заключение о целесообразности публикации статьи:

принять статью; принять статью с незначительной доработкой – автору направляется текст рецензии с предложением внести необходимые изменения и дополнения в статью или аргументировано опровергнуть замечания рецензента, затем рукопись статьи рассматривается на заседании редакционной коллегии на предмет выполнения требований рецензента; рассмотреть статью повторно после серьезной переработки – автору направляется текст рецензии с предложением переработки статьи, затем переработанная автором статья направляется на повторное рецензирование; отклонить статью – мотивированный отказ направляется автору, к повторному рассмотрению статья не принимается.

8. Текст рецензии предоставляется автору по его запросу, а также в Высшую аттестационную комиссию РФ по соответствующему запросу без подписи и указания фамилии, должности и места работы рецензента.

9. Рукописи статей, принятых к публикации, автору не возвращаются.

10. Рукописи статей, не принятых к публикации, вместе с текстом мотивированного отказа, возвращаются автору.

11. Рецензии, а также все сопроводительные документы (авторское заявление, экспертное заключение) хранятся в Издательстве и в редакции журнала в течение 5 лет.

Процедура рецензирования и утверждения статей занимает от одного до двух месяцев, далее статьи публикуются в порядке очередности. Редакция может принимать решение о внеочередной публикации статьи.

Подготовка статьи к публикации, проводимая редакцией журнала, состоит в литературном и техническом редактировании. Редакторские правки согласуются с авторами.

Научное издание

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Выпуск 2 (№ 32)

*Корректор – С.Е. Гридчина
Техническое исполнение – В.М. Гришин*

Знак информационной продукции 12+

Подписано в печать: 20.06.2024
Дата выхода в свет: 21.06.2024
Бумага формат А-4 (67,0 п.л.)
Гарнитура Times
Печать трафаретная
Тираж 1000 экз. Заказ № 37
Свободная цена

Адрес редакции:
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Допризывников, 1

Адрес издателя:
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1
E-mail: agropromelets@mail.ru
Сайт журнала: [www. http://elsu.ru/agrotech](http://elsu.ru/agrotech)
Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Регистрационный номер средства массовой информации
ПИ № ФС77-67628 от 10 ноября 2016 г.

Подписной индекс журнала № **64988** в объединенном каталоге
«Пресса России»

Отпечатано с готового оригинал-макета на участке оперативной полиграфии
Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина,
399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28,1