

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 1 (№ 31) / 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

Дышекова М.М. Использование плодового и цитрусового сырья для изготовления съедобных пленок.....	8
Зорина О.А., Бредищева О.Ф., Иванова Э.С., Иванова Е.П., Родионов Ю.В., Скорморохова А.И. Сушка листьев редиса сорта «Заря», тыквы сорта «Мичуринская» для производства функционального хлеба.....	17
Захаров В.Л., Щегольков Н.Ф., Шубкин С.Ю., Абдурахманов П.А. Показатели качества йогурта из молока коров разных пород в зимний и летний периоды.....	26
Карманов Д.А., Моисеев И.В., Лезный В.В. Ферментационные изменения углеводного комплекса табака.....	36
Ключников А.И. Перспективы сухого охмеления в пивоварении.....	43
Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Рязанцева А.С., Колесник Д.В. Оценка качества бисквитных полуфабрикатов для людей с особыми потребностями.....	54

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Захаров В.Л. Зависимость урожайности яблони от степени оглеения чернозёма оподзоленного.....	62
Виноградов И.С., Лазарев Н.Н. Урожайность и питательность разных гибридов кукурузы при уборке на силос в фазу молочно-восковой спелости.....	69
Жевора С.В., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., Шабанов А.Э. Продуктивность новых отечественных сортов картофеля на фоне биомодифицированных минеральных удобрений.....	77
Бутов М.Д., Леденев И.М., Зубкова Т.В. Продуктивность и качество зерновых культур в зависимости от используемых в опыте удобрений.....	85
Киселёва Т.С. Экономическая эффективность возделывания гороха в Тюменской области.....	91
Скрылёв А.А., Цуканова Е.М., Вознесенская Т.Ю., Трифонова А.В. Применение препарата лебозол нутриплант 5-20-5 на яблоне в условиях Тамбовской области.....	99

АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Бунеев С.С., Добрин С.А., Шубкин С.Ю. Математическая модель динамического процесса теплопереноса в бункере с активным вентилированием.....	106
---	-----

CONTENTS

TECHNOLOGY OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Dyshekova M.M. Use of fruit and citrus raw materials for the production of edible films...	8
Zorina O.A., Bredischeva O.F., Ivanova E.S., Ivanova E.P., Rodionov Yu.V., Skomorokhova A.I. Drying leaves of radish variety «Zarya», pumpkin variety «Michurinskaya» for the production of functional bread.....	17
Zakharov V.L., Shchegolkov N.F., Shubkin S.Yu., Abdurahmanov P.A. Quality indicators of yogurt from milk of cows of different breeds in winter and summer.....	26
Karmanov D.A., Moiseev I.V., Leznyy V.V. Fermentation changes in the carbohydrate complex of tobacco.....	36
Klyuchnikov A.I. Prospects for dry hopping in brewing.....	43
Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Ryazantseva A.S., Kolesnik D.V. Assessment of the quality of biscuit semi-finished products for people with special needs.....	54

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Zakharov V.L. Dependence of the yield of apple trees on the degree of gluing of podzolized chernozem.....	62
Vinogradov I.S., Lazarev N.N. Yield and nutritionality of different corn hybrids when harvested for silage in the phase of milky-wax ripeness.....	69
Zhevora S.V., Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V., Shabanov A.E. Productivity of new russian potato varieties on the background of biomodified mineral fertilizers.....	77
Butov M.D., Ledenev I.M., Zubkova T.V. Productivity and quality of grain crops depending on the fertilizers used in the experiment.....	85
Kiseleva T.S. Economic efficiency of peas cultivation in the Tyumen region.....	91
Skryljov A.A., Tsukanova E.M., Voznesenskaja T.Yu., Trifonova A.V. The use of the drug lebozol nutriplant 5-20-5 on an apple tree in the Tambov region.....	99

AGROENGINEERING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Buneev S.S., Dobrin S.A., Shubkin S.Yu. Mathematical model of the dynamic process of heat transfer in a bunker with active ventilation.....	106
--	-----

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

TECHNOLOGY OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Научная статья

УДК 664.6/7

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-8-16

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛОДОВОГО И ЦИТРУСОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЪЕДОБНЫХ ПЛЕНОК

Дышекова Милана Мухамедовна^{1✉}

¹Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

¹dyshekovamm@mgupp.ru[✉]

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния компонентов рецептуры на качество и пищевую ценность съедобных пленок из плодового, цитрусового и овощного сырья. Неблагоприятная экологическая ситуация в различных регионах вызывает необходимость обогащения продуктов биологически активными веществами, пектином и пищевыми волокнами. Большое внимание уделяют содержанию в продуктах минеральных веществ и витаминов. Современные тенденции развития пищевой промышленности направлены на создание продуктов с оптимальным комбинированием белоксодержащих пищевых компонентов и растительного сырья для получения высококачественных и биологически полноценных продуктов питания. Одним из перспективных источников растительного сырья, содержащего гидроколлоиды, являются плоды и цитрусовые: яблоки, сливы, лимоны, апельсины. Целью работы является создание съедобных пленок из плодового и цитрусового сырья, позволяющих сообщить кулинарным изделиям сочность, выраженные вкусовые композиции в процессе воздействия высоких температур. Для достижения цели был поставлен ряд задач, направленных на решение научных и практических проблем. Использованы современные и традиционные методы определения качества сырья и готовых съедобных пленок. В работе приводятся некоторые особенности течения физико-химических реакций, позволяющих описать динамику взаимодействия нутриентов в сформированных бинарных композициях белково-углеводных структур растительных систем в процессе температурного воздействия. По результатам органолептической и дегустационной оценок можно сделать вывод, что наилучшие показатели имеет вариант с апельсиновым соком в концентрации 80%, 7% целлюлозы и 13% сахара при контрольном образце пленки из натурального сока с мякотью. В рецептуру также добавлялись сублимированные специи, придающие пленке особый вкус и уникальность.

Ключевые слова: коллоиды, гели, белково-углеводные комплексы, растительное сырье, съедобные пленки

Для цитирования: Дышекова М.М. Использование плодового и цитрусового сырья для изготовления съедобных пленок // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С.8-16. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-8-16>.

Original article

USE OF FRUIT AND CITRUS RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF EDIBLE FILMS

Milana M. Dysheкова^{1✉}

¹Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

¹dyshekovamm@mgupp.ru[✉]

Abstract. The article is devoted to the study of the influence of formulation components on the quality and nutritional value of edible films from fruit, citrus and vegetable raw materials. The unfavorable envi-

ronmental situation in various regions makes it necessary to enrich products with biologically active substances, pectin and dietary fiber. Much attention is paid to the content of minerals and vitamins in products. Modern trends in the development of the food industry are aimed at creating products with an optimal combination of protein-containing food components and plant raw materials to obtain high-quality and biologically complete food products. One of the promising sources of plant materials containing hydrocolloids are fruits and citrus fruits: apples, plums, lemons, oranges. The goal of the work is to create edible films from fruit and citrus raw materials, which make it possible to impart juiciness and pronounced flavor compositions to culinary products when exposed to high temperatures. To achieve this goal, a number of tasks were set aimed at solving scientific and practical problems. Modern and traditional methods were used to determine the quality of raw materials and finished edible films. The work presents some features of the flow of physicochemical reactions that make it possible to describe the dynamics of the interaction of nutrients in the formed binary compositions of protein-carbohydrate structures of plant systems in the process of temperature exposure. Based on the results of organoleptic and tasting assessments, we can conclude that the best performance is achieved by the option with orange juice at a concentration of 80%, 7% cellulose and 13% sugar compared to the control sample of a film of natural juice with pulp. Freeze-dried spices were also added to the recipe, giving the film a special taste and uniqueness.

Keywords: colloids, gels, protein-carbohydrate complexes, plant materials, edible films.

For citation: Dyshekova M.M. Use of fruit and citrus raw materials for the production of edible films. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1(31), pp.8-16. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-8-16>.

Введение

Оригинальные упаковочные материалы – современное направление в пищевой промышленности. Нестабильные термические, механические, химические и физические свойства биополимеров, а также присущая им проницаемость для газов и паров усилили этот интерес [12]. Биополимерные материалы (матрица) требуют наполнителей, которые могут реагировать или взаимодействовать с доступной матрицей, чтобы обеспечить новые рецептуры с улучшенными свойствами. Многие исследования показали потенциальное использование наночастиц металлов в биополимерной упаковке и съедобных покрытиях для улучшения их свойств [6, 13]. Анализ характеристик бионанокompозитных пленок и съедобных покрытий с наночастицами металлов в отношении срока годности и качества тропических фруктов, ягод, акклиматизированных фруктов и овощей не выявил гарантированных показателей безопасности. В имеющихся публикациях представлено краткое описание некоторых преимуществ бионанокompозитных пленок и съедобных покрытий, наносимых на фрукты и овощи, таких как уменьшение изменения цвета, скорости дыхания, потеря веса и продление срока хранения, задержка созревания и экологичность. Результаты полученной информации позволяют лучше понять механизм влияния наночастиц металлов, включенных в биополимеры, на срок хранения и качество фруктов и овощей [4].

В ряде исследований был установлен потенциал пищевых пленок на основе хитозана и альгината для сохранения качественных характеристик фруктов и овощей. Результаты исследования показывают, что эти пленки действуют как барьер на поверхности фруктов и овощей, что способствует удержанию жидкости, создает благоприятную среду за счет оптимизации концентрации газов и задерживает созревание [10].

Дальнейшие разработки по повышению эффективности пищевых пленок с использованием функциональных добавок основаны на использовании фенольных соединений и эфирных масел. Подобные добавки открыли новое направление для улучшения функциональных свойств пленок на основе альгината или хитозана. В настоящее время данные соединения становятся важным компонентом пищевых пленок для продления срока хранения фруктов и овощей [10].

Исследования функциональных добавок позволили получить на основе биоразлагаемых полимеров активные и интеллектуальные упаковки. В состав их входят комплексные биоактивные добавки (БАД) - фосфолипиды [1]. Механизм действия БАД заключается в связывании гидрофильными группами макромолекул добавок в воду в пищевых системах, что

приводит к изменению консистенции продукта. Вязкость пищевой системы при этом увеличивается [1].

Nair M.S. и др. [10] в 2020 г. в процессе исследования влияния пленочных покрытий на свойства растительного сырья установили повышение качества и срока хранения различных фруктов, включая гуаву, грушу, чернику, и овощей, таких как огурец, стручковый перец и грибы. Проанализировали принципы, лежащие в основе антимикробной и антиоксидантной активности добавок для предотвращения порчи пищевых продуктов. Выявлена способность фенольных соединений, эфирных масел и наночастиц продлевать срок хранения без ущерба для питательных свойств и безопасности фруктов и овощей. Однако дальнейшие исследования в этом направлении по-прежнему важны.

Физико-химические превращения в продукте вызывают изменения его массы, прочностных характеристик, формирования вкусо-ароматических композиций, а иногда и нетрадиционных структур [7, 9-13]. Это в большей степени относится к плодам и цитрусовым, которые содержат в своем составе протопектин, способный создавать коллоидные структуры.

Гидроколлоиды представляют собой высокомолекулярные полимеры, состоящие из разнообразной группы гидрофильных молекул с различными функциональными группами [7]. Эти полимеры получают из различных сырьевых источников: наземных растений (пектин, крахмал, камеди и др.); водорослей (агар, каррагинан, альгинаты); животных (желатин, хитозан, казеинаты), микроорганизмов (ксантановая камедь, геллан, декстран) или путем химической модификации природных полисахаридов (карбоксиметилцеллюлоза и др.). Гидроколлоиды повышают сродство к связыванию молекул воды и проявляют коллоидные свойства. С их помощью появилась возможность получения термостабильных начинок для мучных выпечных изделий.

Исходя из выше сказанного, можно определить цель проводимого исследования – создание съедобных пленок из плодового и цитрусового сырья, позволяющих придать кулинарным изделиям сочность, выраженные вкусовые композиции в процессе воздействия высоких температур.

Материалы и методы исследований

Разработка пищевых пленок на основе растительного сырья проводилась с 2021 по 2023 годы на кафедре индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса РОСБИОТЕХ.

Исходя из поставленной цели, объектами исследования явились образцы плодов и цитрусовых, выращенных на Кавказе. Из яблок, слив, лимонов и апельсинов получили образцы съедобных пленок с добавками сублимированных пряно-ароматических растений (базилик, розмарин, мята). Характеристика сырья с определенными показателями, влияющими на структуру и свойства пленок, приведена на рис. 1.

Наиболее оптимально сбалансирован состав белково-углеводного комплекса лимонов. Зависимость углеводных нутриентов от белка и жира при величине достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9851$.

Наиболее близко к рассматриваемым показателям относятся углеводные нутриенты апельсинов от состава жира и белка, при $R^2 = 0,5784$. Это подтверждает способность лимонов и апельсинов к образованию коллоидов. Сбалансированность состава белково-углеводного комплекса слив имеет минимальное значение при величине достоверности аппроксимации $R^2 = 0,5462$.

Для проведения испытаний использовали методику количественного определения пектиновых веществ, которая основана на осаждении пектиновых кислот в виде кальциевых солей - пектатов - и учете их количества весовым способом («кальций-пектатный» метод). Определение сахаров производили по ГОСТ 8756.13-87 перманганатным методом; сухих веществ по ГОСТ 31640-2012.

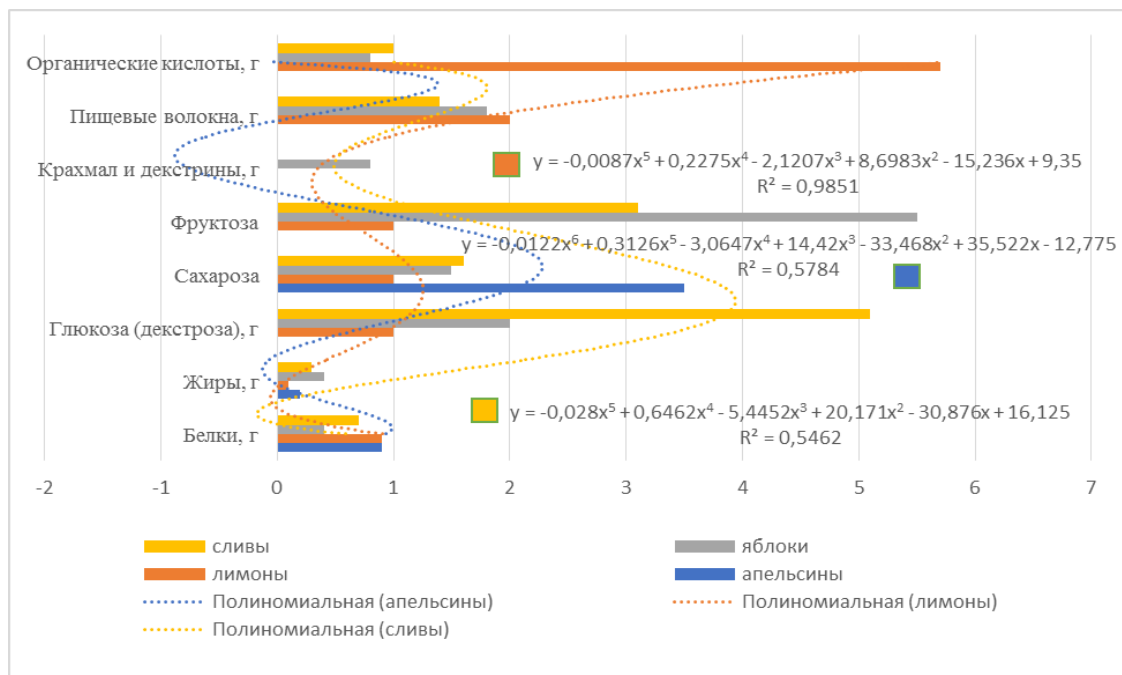


Рисунок 1. Сравнительная характеристика объектов исследования

Для исследований использованы приборы и оборудование: весы лабораторные ADAM Equipment highland HCB HCB1002; куттер Robot-Coupe R301; соковыжималка Fimar EasyLine SJE6203; соковыжималка GASTRORAG HA-007; блендер «Супермаркет». Органолептическая оценка выполнена по ГОСТ ИСО 6658–2015. Определение пищевой и энергетической ценности проводилось по справочнику И.М. Скурихина [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Для достижения поставленной цели на основе гидроколлоидов цитрусового и плодового сырья и сублимированных пряностей созданы вкусовые композиции, сформированные в процессе воздействия высоких температур при изготовлении сиропов, настоев и сушке, а также комплексного взаимодействия в структуре готового желеобразного продукта с учетом использования углеводно-белковых наполнителей (целлюлозы, глицерина) и сухих компонентов (базилик, розмарин, мята). Технологический процесс получения сока и сушки пюре включал следующие операции, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Режимы обработки плодов и цитрусовых при изготовлении съедобной пленки

<p>Продолжительность получения сока:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Апельсин – 33 секунды 2. Сливы – 94 секунды 3. Яблоко – 45 секунд 4. Лимон – 30 секунд 	<p>Продолжительность измельчения жмыха до однородной массы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Апельсин с добавлением воды (m_b - 80 г) – 22 секунды 2. Сливы – 3 минуты 15 секунд 3. Яблоко с добавлением воды (m_b - 80 г) – 23 секунды 4. Лимон с добавлением воды (m_b - 80 г) – 20 секунд
<p>Продолжительность сушки пленок при 20°C:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Апельсин – 2 часа 2. Сливы – 1,8 часа 3. Яблоко – 1,5 часа 4. Лимон – 1,5 часа 	<p>Продолжительность сушки пюре при температуре 50-55°C</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Апельсин – 60 минут 2. Сливы – 120 минут 3. Яблоко – 60 минут 4. Лимон – 55 минут

Установлено, что сок, полученный из плодов и цитрусовых способом прессования, обладает насыщенным ароматом и содержит мелкие частички сырья. Обработка прессованием позволяет максимально получить две фракции: жидкую и плотную, которые используются

для изготовления пленок, пастообразного продукта и порошка. В процессе обработки мезги в центрифуге образуется гелеобразная структура за счет перехода протопектина в пектин под действием органических кислот и количества клеточного сока перерабатываемых плодов (яблоки, сливы) и цитрусовых (лимоны, апельсины). В процессе хранения гелей (яблочных и цитрусовых пектиновых структур) при температуре 8-10°C синерезис углеводов в течение 5 дней не наблюдался. К концу 7-8 суток образовалось 1,0-1,5% жидкости. Для наглядности экспериментов представлены графики зависимости интенсивности обработки от количества сухих веществ и углеводов (рис. 2), размягчения тканей и формирования вкусоароматической гаммы (рис. 3; 4 и рис. 5; 6).

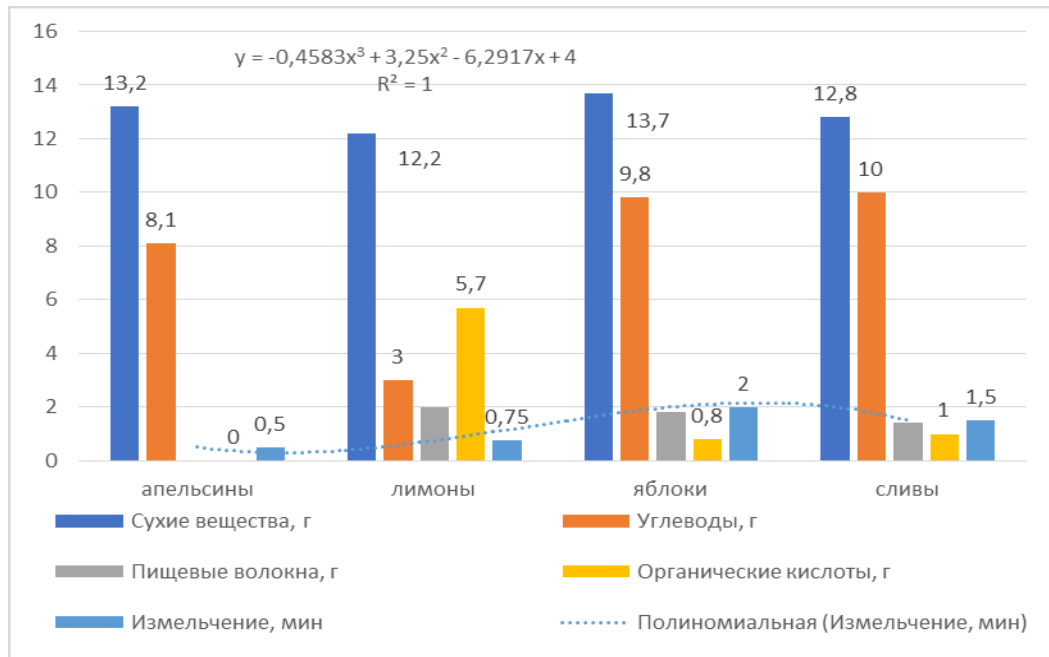


Рисунок 2. Зависимость интенсивности обработки от количества сухих веществ и углеводов

Установлено, что продолжительность измельчения зависит от консистенции сырья, содержания сухих веществ, пищевых волокон, моно-, дисахаридов, крахмала и декстринов. С увеличением плотности паренхимной ткани интенсивность процесса снижается.

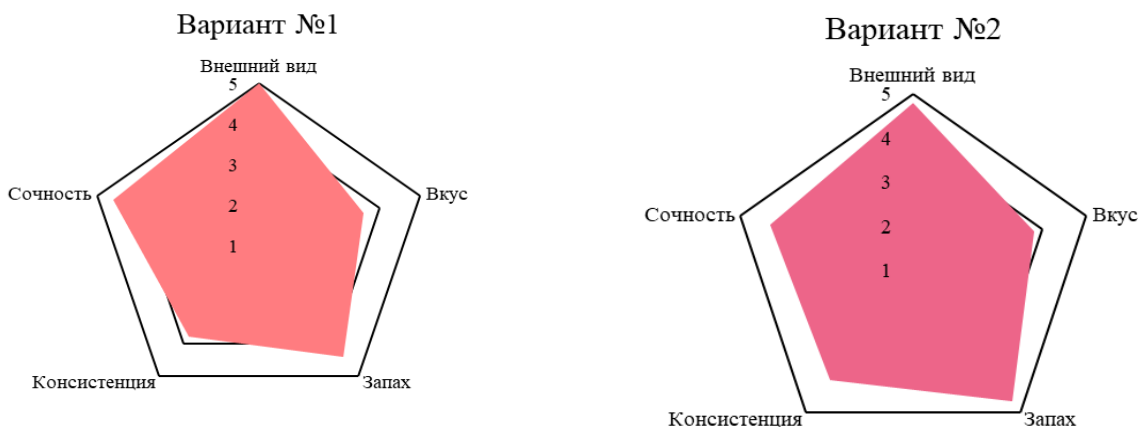


Рисунок 3. Оценка размягчения тканей и органолептических показателей цитрусовых:

1 – лимон; 2 - апельсин

Лучшими органолептическими показателями отличается образец 1 (лимонный сок и пюре), имеющий отличные внешние данные, однородную без включений жидкую фракцию и пластичную структуру пюре, приготовленного из цедры и мезги лимона.

Несколько меньшими органолептическими показателями отличается образец 2 (апельсиновый сок и пюре). Внешний вид и запах оценены по 4,8 балла, сочность - 4 балла, а вкус и консистенция – по 3,8-3,9 балла из-за присутствия крупитчатости цедры и горьковатого привкуса, присутствующих гликозидов.

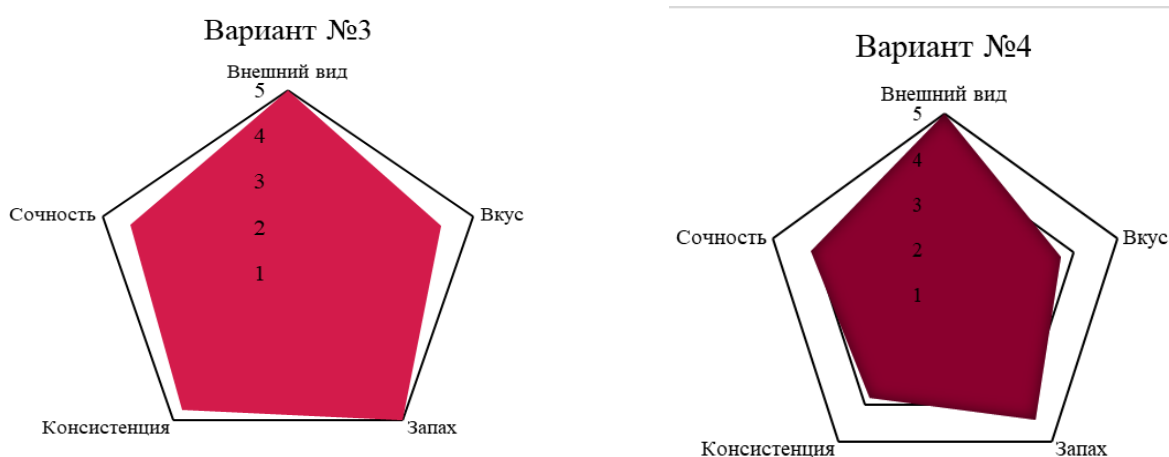


Рисунок 4. Оценка размягчения тканей и органолептических показателей плодов: 3 – слива; 4 - яблоко

Выявлены явные отличия сливовых и яблочных образцов. Мезга сливы измельчалась в блендере без дополнительного увлажнения, что положительно отразилось и на ее консистенции и органолептической оценке. Максимальное количество оценок 4,8-5,0 баллов было у сока и пюре сливового. Вкус и консистенция пюре из яблок были оценены 3,9- 4,0 балла.

Потребительские оценки вкусо-ароматической гаммы съедобных пленок из цитрусовых (лимоны и апельсины) и плодов (яблоки и сливы), представленные на рис. 5 показывают положительную расположенность респондентов к новым нетрадиционным подходам переработки плодов и цитрусовых в пищевых производствах [3-6].



Рисунок 5. Формирование вкусоароматической гаммы съедобных плёнок их плодов цитрусовых (лимоны, апельсины) (а) и розоцветных (яблоня, слива) (б)

Переработка цитрусовых и плодовых продуктов представляли определенные проблемы при отделении сока. При измельчении сырья в куттере извлечения сока не происходило. Центрифугирование всех исследуемых образцов не дало возможности разделения на 2 фракции (плотную и жидкую), а произошла обратная реакция – под действием органических кислот, клеточного сока и протопектина. Гидроколлоиды используются в различных продуктах из-за их способности изменять химическую конформацию и структуру полимеров в пищевой системе для достижения желаемых реологических характеристик и структуры. Например, при введении гидроколлоидов в водную среду они поглощают воду и увеличивают свой гидродинамический объем, что впоследствии приводит к увеличению вязкости системы (рис. 6).



Рисунок 6. Микроструктура образовавшихся гидроколлоидов апельсина (а) и лимона (б)

При достаточном количестве воды гидроколлоидные полимерные цепи могут взаимодействовать, в результате чего образуется гелеобразная матрица. Образование гелевой матрицы гидроколлоидами может происходить за счет высокой концентрации полимеров или за счет изменения ионной силы или pH растворителя. Кроме того, концентрация гидроколлоидов может оказывать существенное влияние на пищевую систему из-за их склонности к набуханию. Таким образом, небольшого количества гидроколлоидов часто бывает достаточно для достижения желаемого эффекта на микроструктуру пищевых продуктов [1-3, 8]. Особый интерес вызвало усиление ароматики за счет использования в рецептурах пленок сублимированных вкусо-ароматических пряностей (базилик, розмарин, мята).

На контрольном образце пленки (а), полученной из натурального сока апельсина с мякотью, видны небольшие включения цедры и мезги (рис. 7).

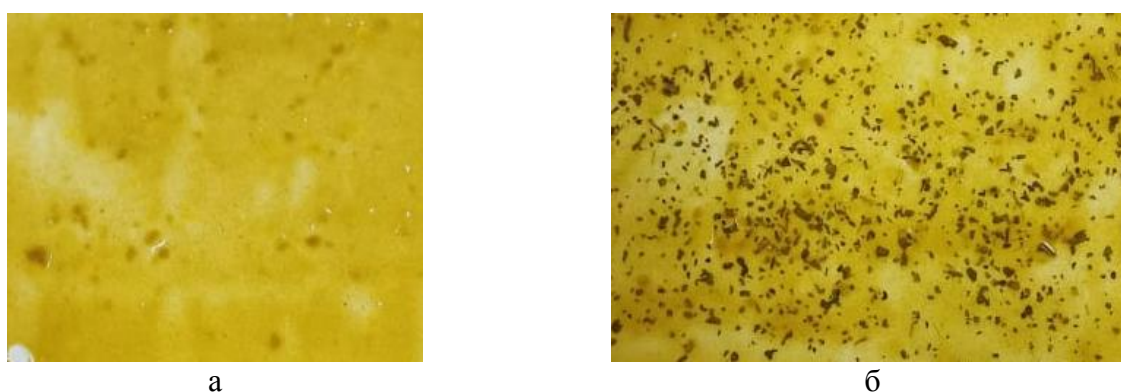


Рисунок 7. Съедобные пленки из апельсинов:
а – натуральные; б - с 0,5% сублимированного измельченного базилика

Эти незначительные дефекты нивелируются при добавлении в рецептуру пленки с концентрацией сока 80%, целлюлозы 7% и 13% сахара, а также добавки 0,5% сублимированного измельченного базилика. Введение в рецептуру сублимированных специй даже в незначительном количестве (0,5-0,7%) придаёт пленке особый вкус и уникальность. Эти показатели особо отметили респонденты, принимающие участие в оценке качества разработанных образцов съедобных пленок.

Таким образом, в данной работе рассмотрена комплексная пищевая система, позволяющая поэтапно установить факторы, воздействующие на исходные растительные композиции, предварительно обработанные плоды и цитрусовые, что позволило получить структуру комплексной пищевой системы и создать новый синергетический эффект в виде устойчивой вкусо-ароматической композиции.

Выводы

1. Полученные экспериментальные данные и зависимости будут полезны при рассмотрении более сложных процессов массопереноса, инверсии сахарозы, разрушении белково-углеводных комплексов.

2. Гидроколлоиды, образованные на основе пектинов, универсальны и находят различное применение в пищевых системах благодаря своим многофункциональным свойствам, повышающим качество продукции и удовлетворенность потребителей. Они способны изменить химическую конформацию и структуру высокомолекулярных полимеров в пищевой системе для достижения желаемых реологических характеристик и структуры.

3. Наличие в составе различных групп гидрофильных молекул позволяют им проявлять свойства гелеобразователей, термостабилизаторов, загустителей, структурообразователей, ингибиторов синерезиса. Использование в составе пищевой системе 0,5% сублимированного измельченного базилика позволит усилить ее антиоксидантные свойства.

4. Гели, полученные из мезги плодов и цитрусовых культур, а также пленки на основе апельсинового сока в концентрации 80%, 7% целлюлозы, 13% сахара и 0,5% сублимированного измельченного базилика имеют стабильность. Съедобные пленки одобрены потребителями при оценке органолептических показателей качества. Высокие баллы получены образцами с добавками сублимированных пряно-ароматических растений.

Список источников

1. Биологически активные добавки комплексного назначения в составе функциональных пищевых продуктов / Е.А. Бутина, В.Г. Попов, А.А. Шаззо, О.Н. Войченко // Новые технологии. 2010. С. 1-7.

2. Бурак Л.Ч., Сапач А.Н. Инновационная упаковка для пищевых продуктов // Научное обозрение. 2023. № 2. С. 50-57.

3. Продукты с растительными добавками для здорового питания / А.Т. Васюкова, А.А. Славянский, М.Ф. Хайруллин, А.Е. Алексеев, А.В. Мошкин, Э.Ш. Махмадалиев // Пищевая промышленность. 2019. № 12. С. 72-75.

4. Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов. Москва: RUGRAM, 2022. 360 с.

5. Фомина Т.И., Кукушкина Т.А. Содержание биологически активных веществ в надземной части некоторых видов лука (*Allium L.*) // Химия растительного сырья. 2019. № 3. С. 177-184.

6. Basumatary I.B., Mukherjee A., Katiyar V., Kumar S. Nanocomposite films and coatings based on biopolymers: recent advances in improving the shelf life of fruits and vegetables // Crit Rev Food Sci Nutr. 2022. No. 62(7). Pp. 1912-1935.

7. Chavan P., Lata K., Kaur T., Rezek Jambrak A., Sharma S., Roy S., Singhmar A., Thori R., Pal Singh G., Ayush K., Root A. Recent advances in post-harvest fruit preservation using edible films and coatings: a comprehensive review // Food chemical. August 30, 2023. No. 418. P. 135916.

8. Gladkowska-Balewicz I., Norton I. T., Hamilton I. E. Effect of process conditions, and component concentrations on the viscosity of κ -carrageenan and pregelatinised cross-linked waxy maize starch mixed fluid gels // Food Hydrocolloids. 2014. Vol. 42. Pp. 355-361.

9. Impact of various cultivation technologies on productivity of potato (*solanum tuberosum*) in central non-cenozoic zone of Russia. / Belenkov A., Peliy A., Diop A., Vasyukova A., Moskin A., Burlutskiy V., Borodina E. // Research on Crops. 2020. Vol. 21. No 3. Pp. 512-519.

10. Nair M.S., Tomar M., Punia S., Kukula-Koh V., Kumar M. Enhancing the functionality of chitosan and alginate based active food coatings/films for fruit and vegetable preservation: a review // Int J Biol Macromol. December 1, 2020. No. 164. Pp. 304-320.

11. Saha D., Bhattacharya S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review // Journal of food science and technology. 2010. Vol. 47. Pp. 587-597.

12. Shima Jafarzadeh, Abdorreza Mohammadi Nafchi, Ali Salehabadi, Nazila Oladzad-Abbasabadi, Seyid Mahdi Jafari. Application of bionanocomposite films and edible coatings to extend the shelf life of fresh fruits and vegetables // *Adv Colloidal Interface Sci.* May 2021. No. 291. P. 102405.

13. Tavassoli-Cafrani E, Gamage MW, Dumais LF, Kong L, Zhao S. Edible films and coatings for extending the shelf life of mangoes: a review // *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2022. No. 62(9). Pp. 2432-2459.

References

1. Dietary supplements for complex purposes as part of functional foods. Butina E.A., Popov V.G., Shazzo A.A., Voichenko O.N. *New technologies*, 2010, Pp. 1-7.

2. Burak L.Ch., Sapach A.N. Innovative packaging for food products. *Scientific Review*, 2023, no. 2, pp. 50-57.

3. Products with herbal additives for a healthy diet. Vasyukova A.T., Slavyansky A.A., Khairullin M.F., Alekseev A.E., Moshkin A.V., Makhmadaliev E.Sh. *Food industry*, 2019, no. 12, pp. 72-75.

4. Skurikhin I.M., Volgarev M.N. *Chemical composition of food products*. Moscow: RUGRAM Publ., 2022. 360 p.

5. Fomina T.I., Kukushkina T.A. The content of biologically active substances in the aerial parts of some types of onions (*Allium L.*). *Chemistry of plant raw materials*, 2019, no. 3, pp. 177-184.

6. Basumatary I.B., Mukherjee A., Katiyar V., Kumar S. Nanocomposite films and coatings based on biopolymers: recent advances in improving the shelf life of fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2022, no. 62(7), pp. 1912-1935.

7. Chavan P., Lata K., Kaur T., Rezek Jambrak A., Sharma S., Roy S., Singhmar A., Thori R., Pal Singh G., Ayush K., Root A. Recent advances in post-harvest fruit preservation using edible films and coatings: a comprehensive review. *Food chemical*, August 30, 2023, no.418, p. 135916.

8. Gladkowska-Balewicz I., Norton I. T., Hamilton I. E. Effect of process conditions, and component concentrations on the viscosity of κ -carrageenan and pregelatinised cross-linked waxy maize starch mixed fluid gels. *Food Hydrocolloids*, 2014, vol. 42, pp. 355-361.

9. Impact of various cultivation technologies on productivity of potato (*solanum tuberosum*) in central non-cenozoic zone of Russia. Belenkov A., Peliy A., Diop A., Vasyukova A., Moskin A., Burlutskiy V., Borodina E. *Research on Crops*, 2020, vol. 21, no 3, pp. 512-519.

10. Nair M.S., Tomar M., Punia S., Kukula-Koh V., Kumar M. Enhancing the functionality of chitosan and alginate based active food coatings/films for fruit and vegetable preservation: a review. *Int J Biol Macromol*, December 1, 2020, no. 164, pp. 304-320.

11. Saha D., Bhattacharya S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of food science and technology*, 2010, vol. 47, pp. 587-597.

12. Shima Jafarzadeh, Abdorreza Mohammadi Nafchi, Ali Salehabadi, Nazila Oladzad-Abbasabadi, Seyid Mahdi Jafari. Application of bionanocomposite films and edible coatings to extend the shelf life of fresh fruits and vegetables. *Adv Colloidal Interface Sci*, May 2021, no. 291, p. 102405.

13. Tavassoli-Cafrani E, Gamage MW, Dumais LF, Kong L, Zhao S. Edible films and coatings for extending the shelf life of mangoes: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2022, no. 62(9), pp. 2432-2459.

Информация об авторах

М.М. Дышекова – аспирант.

Information about the authors

M.M. Dyshekova – Graduate student.

Научная статья
УДК 664.8.047
DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-17-25

СУШКА ЛИСТЬЕВ РЕДИСА СОРТА «ЗАРЯ», ТЫКВЫ СОРТА «МИЧУРИНСКАЯ» ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ХЛЕБА

Зорина Ольга Александровна¹, Бредищева Ольга Федоровна^{2✉},
Иванова Эльвира Сергеевна³, Иванова Екатерина Петровна⁴,
Родионов Юрий Викторович⁵, Скоморохова Анастасия Игоревна⁶

^{1,2,5,6}Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

^{3,5}Мичуринский государственный аграрный университет, Тамбовская область, Мичуринск, Россия

⁴ИП Ларионова С. Г., Тамбовская область, Тамбов, Россия

¹zorina.olya90@gmail.com

²obred17@yandex.ru✉

³elvira-ivanova14@mail.ru

⁴lkr68@mail.ru

⁵rodionow.u.w@rambler.ru

⁶nasta373@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальность создания продуктов функционального назначения и внедрения их в ежедневный рацион питания. Цель исследования заключается в расширении ассортимента функциональных пищевых продуктов питания путем разработки хлебобулочных изделий с добавлением водного экстракта листьев редиса сорта «Заря» и порошка тыквы сорта «Мичуринская». При этом важнейшей частью переработки растительного материала является сушка, которая осуществляется для подготовки сырья к измельчению и экстрагированию. В статье представлена разработанная сушильная установка, состоящая из двух ступеней: конвективной лотковой сушилки и конвективно-вакуум-импульсной сушилки. В статье представлены экспериментальные кривые сушки листьев редиса сорта «Заря» и мякоти тыквы сорта «Мичуринская». Первый период сушки листьев в лотковой сушилке длился 150 минут до влагосодержания 34%, второй период в конвективно-вакуум-импульсной сушилке длился 90 минут до влагосодержания 10%, температура и скорость теплоносителя на обеих ступенях 60 ± 3 °С и 2,5 м/с соответственно. Мякоть тыквы высушивалась при температурном режиме 75-20-50 °С и скорости теплоносителя, не превышающей 2,5 м/с. Первый период до влагосодержания 32% длился 40 минут, второй – также 40 минут до конечного влагосодержания 6%. После сушки листья редиса подвергаются водному экстрагированию, а тыква отправляется на измельчение для получения биологически активных пищевых добавок.

Ключевые слова: редис «Заря», тыква «Мичуринская», хлебобулочные изделия, двухступенчатая конвективно-вакуум-импульсная сушка

Для цитирования: Сушка листьев редиса сорта «Заря», тыквы сорта «Мичуринская» для производства функционального хлеба / О.А. Зорина, О.Ф. Бредищева, Э.С. Иванова, Е.П. Иванова, Ю.В. Родионов, А.И. Скоморохова // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 17-25. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-17-25>.

Original article

DRYING LEAVES OF RADISH VARIETY «ZARYA», PUMPKIN VARIETY «MICHURINSKAYA» FOR THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL BREAD

Olga A. Zorina¹, Olga F. Bredischeva^{2✉}, Elvira S. Ivanova³, Ekaterina P. Ivanova⁴, Yuri V. Rodionov⁵, Anastasia I. Skomorokhova⁶

^{1,2,5,6}Tambov State Technical University, Tambov, Russia

^{3,5}Michurinsk State Agrarian University, Tambov region, Michurinsk, Russia

⁴IP Larionova S. G., Tambov region, Tambov, Russia

¹zorina.olya90@gmail.com

²obred17@yandex.ru✉

³elvira-ivanova14@mail.ru

⁴lkp68@mail.ru

⁵rodionow.u.w@rambler.ru

⁶nasta373@mail.ru

Abstract. The article discusses the relevance of creating functional products and introducing them into the daily diet. The purpose of the study is to expand the range of functional food products by developing bakery products with the addition of an aqueous extract of radish leaves of the Zarya variety and pumpkin powder of the Michurinskaya variety. At the same time, the most important part of processing plant material is drying, which is carried out to prepare the raw material for grinding and extraction. The article presents a developed drying installation consisting of two stages: a convective tray dryer and a convective-vacuum-pulse dryer. The article presents experimental drying curves for radish leaves of the Zarya variety and pumpkin pulp of the Michurinskaya variety. The first period of drying leaves in a tray dryer lasted 150 minutes until the moisture content was 34%, the second period in the convective-vacuum-pulse dryer lasted 90 minutes until the moisture content was 10%, the temperature and coolant velocity at both stages were 60±3 °C and 2.5 m/s respectively. The pumpkin pulp was dried at a temperature of 75-20-50 °C and a coolant speed not exceeding 2.5 m/s. The first period to a moisture content of 32% lasted 40 minutes, the second also 40 minutes to a final moisture content of 6%. After drying, the radish leaves are subjected to water extraction, and the pumpkin is sent for grinding to obtain biologically active food additives.

Keywords: Zarya radish, Michurinskaya pumpkin, bakery products, two-stage convection-vacuum-pulse drying

For citation: Drying leaves of radish variety «Zarya», pumpkin variety «Michurinskaya» for the production of functional bread / Zorina O.A., Bredischeva O.F., Ivanova E.S., Ivanova E.P., Rodionov Yu.V., Skomorokhova A.I. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 1(31), pp. 17-25. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-17-25>.

Введение

Ассортимент продуктов питания, представленных на потребительском рынке в настоящее время, очень широк. Важно отметить увеличение доли функциональных продуктов питания, которые в последние годы пользуются большим спросом у покупателей, о чем свидетельствуют прогнозы аналитической компании «Mordor intelligence» [17]. Значительный интерес обуславливается благоприятным влиянием таких продуктов на организм человека благодаря богатому витаминно-минеральному составу. Продукты функционального назначения могут оказывать лечебно-профилактическое действие, а также удовлетворять потребности в питании различных групп населения (например, людей, страдающих непереносимостью каких-либо ингредиентов).

Одним из перспективных подходов к созданию продуктов питания функционального назначения является использование в качестве ингредиентов растительного сырья. Ягоды, фрукты, овощи, травы, грибы и т.п. имеют в своем составе множество полезных для организма человека компонентов [11].

В работе [15] приводятся некоторые продукты, содержащиеся в них полезные вещества и их положительное влияние на здоровье человека. Авторы представили обширный обзор функциональных ингредиентов, применяемых в пищевой промышленности, и обосновали

важность исследований в этой области. Польза биологически активных пищевых добавок обсуждается в статье [16]. Авторы отмечают, что важно проводить исследования, направленные не только на поиск продуктов с высоким содержанием определенных веществ, но и на изучение биодоступности компонентов. Также в статье приводится оценка рынка функциональных продуктов питания, и выделяются некоторые проблемы, препятствующие его росту, среди которых есть высокая стоимость ингредиентов.

В качестве продукта ежедневного рациона для обогащения биологически активными веществами (БАВ) интерес представляет хлеб. Хлебобулочная продукция пользуется большим спросом у населения и является объектом многих современных исследований, направленных на разработку продуктов здорового питания [1, 6, 10, 13].

Стоит отметить, что при решении вопросов производства функциональных продуктов питания, необходимо организовать правильную переработку сырья, в процессе которой минимизируются потери БАВ. Технологией и аппаратным оформлением линий переработки растительного сырья для создания функциональной продукции, в частности хлебобулочных изделий, занимаются А.С. Зорин, Е.П. Иванова, И.В. Попова, Ю.В. Родионов, С.П. Рудобашта [2, 3, 5, 7, 8]. Исследователи отмечают, что важным и достаточно энергозатратным этапом переработки растительного сырья является сушка, поэтому необходимо постоянно совершенствовать используемые технологии и применяемое оборудование.

Снижения стоимости ингредиентов можно достигнуть путем использования растительного сырья, произрастающего на близлежащих территориях, поэтому в своих исследованиях мы используем редис сорта «Заря» и тыкву сорта «Мичуринская» [9], произрастающие в условиях Центрального Черноземья. Таким образом значительно сокращаются затраты на транспортирование и хранение, а также повышается контроль за условиями выращивания и уборки сельскохозяйственной продукции, что важно при производстве продуктов здорового питания.

Цель исследования заключается в изучении и определении рациональных режимных параметров процесса сушки редиса сорта «Заря» и тыквы сорта «Мичуринская» для производства хлеба функционального назначения.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований являлись листья редиса сорта «Заря» и мякоть тыквы сорта «Мичуринская», выращенные в Тамбовской области. Отбор образцов редиса и тыквы производился в мае и августе 2023 года соответственно. Содержание БАВ сырья определялось в ЦКП «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения» Мичуринского государственного аграрного университета. Исследования по определению рациональных режимных параметров сушки проводились на разработанной двухступенчатой конвективно-вакуум-импульсной сушилке (ДКВИС) [14].

Для проведения экспериментов листья редиса нарезали лентами длиной 20 мм и равномерно укладывали в сушильный лоток первой ступени – конвективную сушилку (КС). Толщина слоя 15-20 мм. Начальное влагосодержание 92%. Сушка осуществлялась до критической влажности 34% (при этом наблюдался резкий скачок температуры внутри материала, что показывает окончание первого периода). Затем листья редиса помещались на вторую ступень сушильной установки (конвективно-вакуум-импульсная сушилка (КВИС)), где сушка продолжалась до конечного влагосодержания 10%. Содержание влаги в материале определяем путем взвешивания. Сушка листьев осуществлялась при температуре теплоносителя (воздуха), не превышающей 60 ± 3 °С, скорость составляла 2,5 м/с. Такие параметры обусловлены требованиями к сохранению БАВ (нельзя допускать сильный перегрев сырья) и способностью сырья к началу свободного витания. Вакуум внутри камеры КВИС создавался на уровне 15-17 кПа, выдержка под вакуумом (в течение 120 с) чередовалась с продувкой (в течение 120 с).

Мякоть тыквы сорта «Мичуринская» нарезали пластинами толщиной 2 мм. Начальное влагосодержание 82%. Процесс сушки проводился на первой ступени до влагосодержания

32%, на второй – до 6%. Высушивание производилось также при скорости теплоносителя 2,5 м/с. При этом и на первой, и на второй ступенях сушки задавался осциллирующий температурный режим 75-20-50 °С [2].

Из высушенных листьев редиса получали водный экстракт по методике, описанной в работе [7], а высушенная тыква подвергалась измельчению в порошок [12].

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам проведенных исследований наиболее предпочтительной для высушивания растительного сырья является двухступенчатая сушка с применением вакуума [2]. Разработанная нами ДКВИС состоит из двух ступеней: конвективной лотковой сушилки (рис. 1) и конвективно-вакуум-импульсной сушилки (рис. 2).

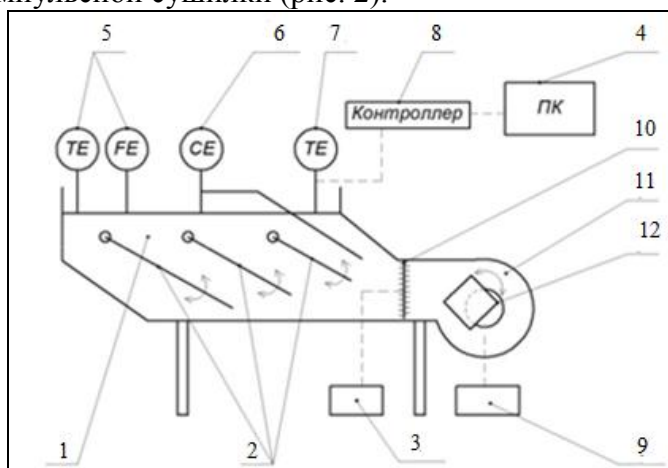


Рисунок 1. Схема конвективной лотковой сушилки: 1 – лоток; 2 – заслонки регулирования равномерности потока воздуха; 3 – регулятор мощности; 4 – персональный компьютер; 5 – датчик скорости и температуры теплоносителя; 6 – датчик влагосодержания; 7 – датчик температуры материала; 8 – контроллер; 9 – частотный преобразователь; 10 – ТЭНы; 11 – вентилятор радиальный; 12 – заслонка.

Представленная на рис. 1 сушильная установка позволяет осуществить щадящий режим сушки и подходит для проведения экспериментальных исследований ввиду удобства и простоты конструкции.

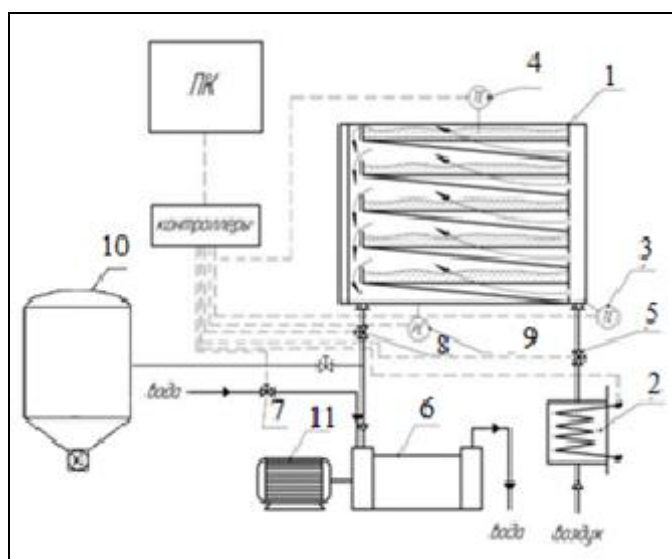


Рисунок 2. Схема конвективно-вакуум-импульсной сушилки: 1 – сушильный шкаф; 2 – ТЭНы; 3, 4 – терморпары; 5, 7, 8 – клапаны; 6 – жидкостно-кольцевой вакуумный насос; 9 – вакуумметр; 10 – цилиндрическая емкость для создания сухих импульсов; 11 – электродвигатель.

Сырье помещается в лоток (поз. 1) ровным слоем. Нагреваемый с помощью ТЭНов (поз. 10) атмосферный воздух подается снизу лотка. Для регулирования подачи сушильного агента в конструкции предусмотрены заслонки (поз. 2 и 5). Данные с датчиков (поз. 5, 6 и 7) поступают в персональный компьютер (поз. 4) для сбора и обработки информации для своевременной регулировки режимов.

Вторая ступень ДКВИС, представленная на рис. 2, обеспечивает хорошее влагоудаление из материала за счет создания вакуумных импульсов жидкостнокольцевым вакуумным насосом (поз. 6). Применение вакуума позволяет производить энергоэффективную сушку при пониженных температурах.

Анализ режимных параметров процесса сушки осуществляется на основе кинетических кривых. На рис. 3 представлена кривая сушки листьев редиса сорта «Заря».

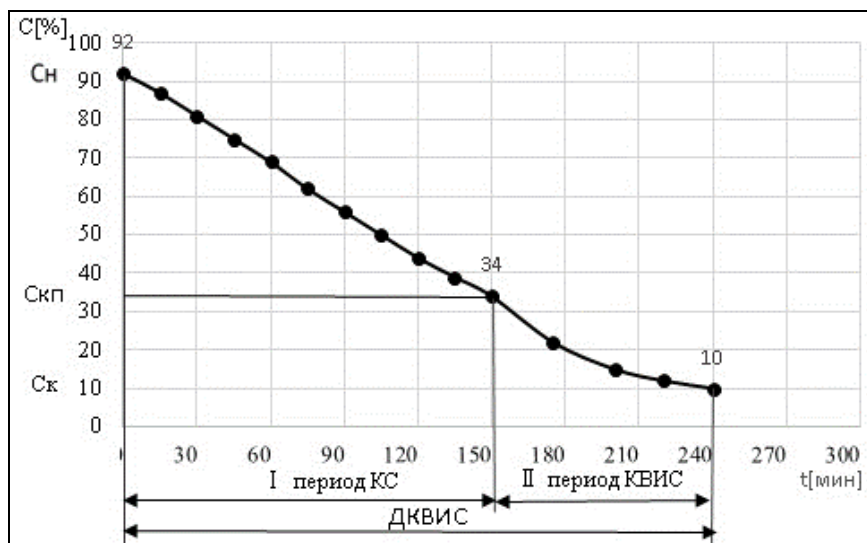


Рисунок 3. Кривая двухступенчатой конвективно-вакуумно-импульсной сушки листьев редиса сорта «Заря».

Как можно видеть на рис. 3, время сушки до конечного влагосодержания 10% составило 240 минут. Время первого и второго периодов – 150 и 90 минут соответственно.

Кривая сушки тыквы сорта «Мичуринская» приведена на рис. 4.

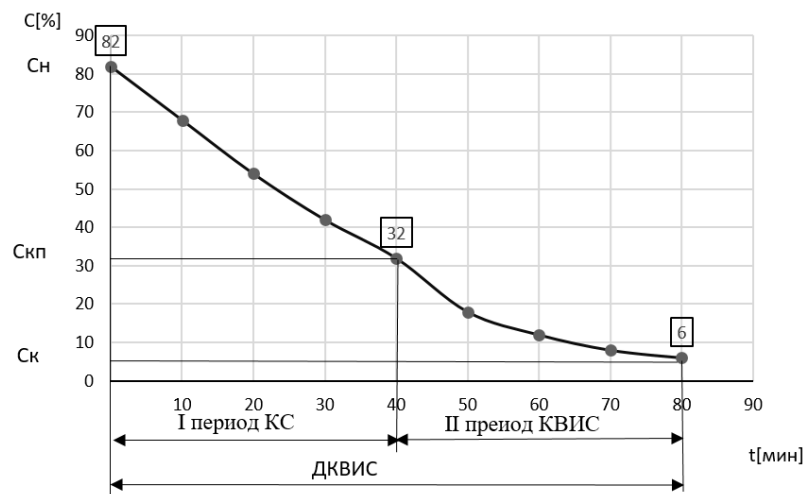


Рисунок 4. Кривая двухступенчатой конвективно-вакуумно-импульсной сушки мякоти тыквы сорта «Мичуринская».

Из графика видно, что первый период конвективной сушки до влагосодержания 32% длился 40 минут, второй – также 40 минут до конечного влагосодержания 6%. Такое влагосодержание обуславливается последующим измельчением и необходимо для того, чтобы частицы порошка меньше слипались в процессе помола [12].

В табл. 1 представлен сравнительный анализ тыквы сорта «Мичуринская» в сыром виде и после сушки в ДКВИС.

Таблица 1. Сравнительный анализ тыквы сорта «Мичуринская» в сыром виде и после сушки в ДКВИС

Показатель	До сушки	После сушки
Сухие вещества, %	17,41	0,32
Сумма каратиноидов, мг/%	4,17	0,32
Сумма пектиновых веществ, %	1,74	0,64
Сумма растворимых сахаров, %	1,74	0,64
Глюкоза, %	0,27	0,32
Фруктоза, %	0,93	0,16
Сахароза, %	0,54	0,32
Крахмал, %	1,24	0,32
Витамин С, мг /%	28	0,32
Биофлаваноиды, мг/%	261,7	0,96
Дубильные вещества, мг/%	0,33	0,32
Общее количество золы, %	25,12	0,64

Листья редиса сорта «Заря» были изучены на количество антиоксидантов по галловой кислоте и кверцетину (табл. 2).

Таблица 2. Анализ листьев редиса сорта «Заря»

Образец	ССА мг/100г (по галловой кислоте)	ССА мг/100г (по кверцетину)
В свежем виде	95,09	142,64
Порошок	1001,62	1502,43

Для использования сушеной продукции при создании хлеба функционального назначения требуется дальнейшая переработка с целью получения растительных порошков и экстрактов. Проведенные ранее исследования [3] продемонстрировали положительный эффект от внедрения растительного сырья в хлебобулочную продукцию, поэтому полученные экстракт листьев редиса «Заря» и порошок из тыквы «Мичуринская» будут использованы в качестве ингредиентов при изготовлении хлеба.

Выводы

1. Разработана двухступенчатая конвективно-вакуумно-импульсная сушильная установка, позволяющая производить сушку при щадящих температурах.
2. Отработаны режимные параметры сушки листьев редиса сорта «Заря». Определено, что рациональными параметрами являются: температура и скорость теплоносителя 60 ± 3 °С и 2,5 м/с соответственно, величина вакуума на второй ступени 15-17 кПа, выдержку под вакуумом следует чередовать с продувкой в соотношении 120 с/120 с.

3. Дальнейшие исследования будут посвящены изготовлению хлеба с добавлением водного экстракта листьев редиса «Заря» и порошка тыквы «Мичуринская» с последующим органолептическим и физико-химическим анализом. Также продолжатся опытно-конструкторские работы по усовершенствованию сушильной установки, и двухступенчатая конвективно-вакуумно-импульсная сушка будет заменена на двухступенчатую комбинированную вакуум-импульсную сушку.

Список источников

1. Андросова Н. В., Тошев А. Д., Лагуткина Л. Ю. Разработка рецептуры пшеничного хлеба с повышенным содержанием пищевых волокон // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2023. Т. 85. № 1(95). С. 138-142.
2. Зорин А.С. Совершенствование технологии и технических средств комбинированной вакуумной сушки растительного сырья для производства чипсов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Тамбов, 2019. 156 с.
3. Иванова Е.П. Разработка технологии приготовления сухой закваски на основе растительного сырья для производства хлебобулочных изделий функционального назначения: дис. ... канд. с.-х. наук: 05.18.01. Мичуринск-научоград, 2016. 152 с.
4. Иванова И.В. и др. Производство комбинированного водного экстракта смеси зеленого лука, редиса, укропа / И.В. Иванова, М.Ю. Кравченко, Ю.В. Родионов, А.И. Скоморохова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2021. № 1 (66). С. 17-22.
5. Иванова И.В. и др. Выращивание и комплексная переработка тыквы сорта Мичуринская: монография / И.В. Иванова, Ю.В. Родионов, С.И. Данилин, Д.В. Никитин // Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2019. 112 с.
6. Курапова К. Ф. и др., Смертина Е. С., Федянина Л. Н., Лях В. А. Обоснование использования элеутерококка колючего в производстве нового хлеба / К. Ф. Курапова, Е. С. Смертина, Л. Н. Федянина, В. А. Лях // Пищевая промышленность. 2023. № 3. С. 16-19.
7. Попова И. В. Совершенствование технологии и средств сушки овощного сырья: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Мичуринск, 2009. 161 с.
8. Рудобашта С. П. Теплотехника. 2-е изд., доп. Москва: Перо, 2015. 672 с.
9. Селекционное достижение тыква крупноплодная Мичуринская (*Cucurbita maxima Duch*) № 2752 / Скрипников Ю. Г.; заявл. 04.07.2000; зарегистрирован в госреестре охраняемых селекционных достижений 14.06.2005.
10. Сидоренко Г. А., Манеева Э. Ш. Оптимизация технологии хлеба с добавлением яблок при применении ЭК-способа выпечки // Хлебопродукты. 2023. № 4. С. 34-38.
11. Синха Н.К., Хью И.Г. Настольная книга производителя и переработчика плодово-овощной продукции: пер. с англ. Санкт-Петербург: Профессия, 2014. 912 с.
12. Совершенствование технологии получения порошков из растительного сырья / С.И. Данилин [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2020. № 4. С. 150-159.
13. Федотов А. А., Тагиева Н. Э., Борисова А. В. Повышение питательной ценности итальянского хлеба при введении флавоноидсодержащих добавок растительного происхождения // Ползуновский вестник. 2023. № 3. С. 156-162.
14. Энергоэффективная конвективно-вакуум-импульсная сушильная установка с тепловыми аккумуляторами: пат. 2716056 Рос. Федерация. № 2019106971 / Зорин А.С., Иванова И.В., Никитин Д.В., Родионов Ю.В., Щегольков А.В.; заявл. 13.03.2019; опубл. 06.03.2020. Бюл. № 7.
15. Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety / D. Granato [и др.] // Annual review of food science and technology. 2020. No. 11. С. 93-118.
16. Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends / K. Vanwo [и др.] // Food Bioscience. 2021. No. 43. P. 101320.

References

1. Androsova N. V., Toshev A.D., Lagutkina L. Yu. Development of a recipe for wheat bread with a high content of dietary fiber. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies, 2023, vol. 85, no. 1(95), pp. 138-142.
2. Zorin A.S. Improvement of technology and technical means of combined vacuum drying of vegetable raw materials for the production of chips: dis. ... candidate of Technical Sciences: 05.20.01. Tambov, 2019. 156 p.
3. Ivanova E.P. Development of technology for the preparation of dry starter culture based on vegetable raw materials for the production of bakery products for functional purposes: dis. ... candidate of Agricultural Sciences: 05.18.01. Michurinsk-naukograd, 2016. 152 p.
4. Ivanova I.V. et al. Production of a combined aqueous extract of a mixture of green onions, radishes, dill / I.V. Ivanova, M.Yu. Kravchenko, Yu.V. Rodionov, A.I. Skomorokhova // Technology and commodity science of innovative food products, 2021, no. 1 (66), pp. 17-22.
5. Ivanova I.V. et al. Cultivation and complex processing of pumpkin varieties Michurinskaya: monograph. I.V. Ivanova, Yu.V. Rodionov, S.I. Danilin, D.V. Nikitin. Michurinsk: Michurinsky State University, 2019. 112 p.
6. Kurapova K. F. et al. Justification of the use of eleutherococcus prickly in the production of new bread. K. F. Kurapova, E. S. Smertina, L. N. Fedyanina, V. A. Lyakh. Food industry, 2023, no. 3, pp. 16-19.
7. Popova I. V. Improvement of technology and means of drying vegetable raw materials: dis. ... candidate of Technical Sciences: 05.20.01. Michurinsk, 2009. 161 p.
8. Rudobashta S. P. Heat engineering. 2nd ed., add. Moscow: Pen. 2015. 672 p.
9. Breeding achievement Michurinskaya large-fruited pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch) No. 2752. Skripnikov Yu. G.; declared 04.07.2000. Registered in the State Register of protected breeding achievements on 06.14.2005.
10. Sidorenko G. A., Maneeva E. Sh. Optimization of bread technology with the addition of yablok when using the EK baking method. Bread products, 2023, no. 4, pp. 34-38.
11. Sinha N.K., Hugh I.G. The handbook of the producer and processor of fruit and vegetable products: trans. from English. St. Petersburg: Profession, 2014. 912 p.
12. Improving the technology of obtaining powders from vegetable raw materials. S.I. Danilin [et al.]. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – products of healthy nutrition, 2020, no. 4, pp. 150-159.
13. Fedotov A. A., Tagieva N. E., Borisova A.V. Increasing the nutritional value of Italian bread at introduction of flavonoid-containing additives of plant origin. Polzunovsky vestnik, 2023, no. 3, pp. 156-162.
14. Energy-efficient convective vacuum pulse drying unit with thermal batteries: pat. 2716056 Ros. The Federation. No. 2019106971. Zorin A.S., Ivanova I.V., Nikitin D.V., Rodionov Yu.V., Shchegolkov A.V. Application 13.03.2019. Publ. 06.03.2020. Byul. No. 7.
15. Granato D. [et al.] Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. Annual review of food science and technology, 2020, no. 11, pp. 93-118.
16. Banwo K. [et al.] Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends. Food Bioscience, 2021, no. 43, p. 101320.

Информация об авторах

О.А. Зорина – аспирант кафедры технологии продуктов питания и товароведения;

О.Ф. Бредищева – студент кафедры технологии продуктов питания и товароведения;

Э.С. Иванова – аспирант;

Е.П. Иванова – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения;

Ю.В. Родионов – доктор технических наук, профессор кафедры механики и инженерной графики;

А.И. Скоморохова – аспирант.

Information about the authors

О.А. Zorina – Postgraduate student;

О.Ф. Bredishcheva – Student;

Е.С. Ivanova – Postgraduate student;

Е.Р. Ivanova – Candidate of technical sciences, associate professor of the department of food technology and commodity science;

Yu.V. Rodionov – Doctor of technical sciences, professor of the department of mechanics and engineering graphics;

А.И. Skomorokhova – Postgraduate student.

Научная статья

УДК 637.146: 636.2

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-26-35

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЙОГУРТА ИЗ МОЛОКА КОРОВ РАЗНЫХ ПОРОД В ЗИМНИЙ И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ

Захаров Вячеслав Леонидович^{1✉}, Щегольков Николай Фёдорович²,
Шубкин Сергей Юрьевич³, Абдурахманов Пирмагомед Алимагомедович²

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

^{2,4}Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, Московская область, Пушкино, Россия

¹zaxarov7979@mail.ru✉

²nikfed50@bk.ru

³shubkin.92@mail.ru

Аннотация. Целью работы было провести сравнительную оценку качества йогурта, приготовленного из молока трёх пород коров (красно-пёстрой, чёрно-пёстрой и симментальской) в разные сезоны года: в начале декабря (в зимне-стойловый период) и в середине лета (в пастбищный период). Молоко коров симментальской породы в зимне-стойловый период обладало более благоприятными физико-химическими параметрами, но имело менее благоприятные микробиологические показатели по сравнению с молоком чёрно-пёстрой и красно-пёстрой пород коров. В пастбищный период различия по физико-химическим показателям молока между всеми тремя породами сгладились и стали менее значительными. В этот период только молоко чёрно-пёстрой породы коров имело менее благоприятные микробиологические показатели. Свёртываемость молока всех трёх пород была выше в пастбищный период. В пастбищный период йогурт отличался меньшей жирностью, большей плотностью и кислотностью, чем в зимне-стойловый период. В этот период порода коров повлияла на физико-химические свойства йогурта намного слабее, чем в зимне-стойловый период. Качество молочной продукции крупного рогатого скота зависит как от породного потенциала животного, так и от сезона года. В зимне-стойловый период наилучшими физико-химическими показателями обладал йогурт из молока коров красно-пёстрой и симментальской пород, а в пастбищный период только из молока коров симментальской породы.

Ключевые слова: молоко, порода коров, качество молока, качество йогурта, сезоны года

Для цитирования: Показатели качества йогурта из молока коров разных пород в зимний и летний периоды / В.Л. Захаров, Н.Ф. Щегольков, С.Ю. Шубкин, П.А. Абдурахманов // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. №1(31). С.26-35. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-26-35>.

Original article

QUALITY INDICATORS OF YOGURT FROM MILK OF COWS OF DIFFERENT BREEDS IN WINTER AND SUMMER

Vyacheslav L. Zakharov^{1✉}, Nikolaj F. Shchegolkov², Sergey Yu. Shubkin³,
Pirmagomed A. Abdurahmanov²

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

^{2,4}All-Russian Scientific Research Institute of Breeding, Moscow region, Pushkino, Russia

¹zaxarov7979@mail.ru✉

²nikfed50@bk.ru

³shubkin.92@mail.ru

Abstract. The aim of the work was to conduct a comparative assessment of the quality of yogurt made from the milk of three breeds of cows (red-mottled, black-mottled and Simmental) in different seasons of the

year: in early December (in the winter-stall period) and in mid-summer (in the pasture period). Milk of Simmental cows in the winter-stall period had more favorable physico-chemical parameters, but had less favorable microbiological indicators compared to milk of black-mottled and red-mottled breeds of cows. During the pasture period, the differences in the physico-chemical parameters of milk between all three breeds smoothed out and became less significant. During this period, only the milk of the black-and-white breed of cows had less favorable microbiological indicators. The coagulability of milk of all three breeds was higher in the pasture period. In the pasture period, yogurt was characterized by lower fat content, higher density and acidity than in the winter-stall period. During this period, the breed of cows affected the physico-chemical properties of yogurt much less than in the winter-stall period. The quality of dairy products of cattle depends both on the breed potential of the animal and on the season of the year. In the winter-stall period, yogurt from the milk of cows of the red-mottled and Simmental breeds had the best physical and chemical indicators, and in the pasture period only from the milk of cows of the Simmental breed.

Keywords: milk, breed of cows, milk quality, yogurt quality, seasons

For citation: Quality indicators of yogurt from milk of cows of different breeds in winter and summer. V.L. Zakharov, N.F. Shchegolkov, S.Yu. Shubkin, P.A. Abdurahmanov. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1(31), pp. 26-35. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-26-35>.

Введение

Йогурт – один из старейших кисломолочных продуктов. Обычно его готовят путем ферментации домашнего коровьего молока с использованием бактерий, продуцирующих молочную кислоту, *Lactobacillus bulgaricus* в соотношении 1:1 и/или ацидофильной палочки и термофильного стрептококка [13]. Для производства йогурта также используют *Streptococcus thermophilus*, которые также участвуют в углеводном обмене, расщеплении жиров, белков и формируют у готового продукта аромат [34]. Формирование аромата йогурта также возможно с помощью фруктовых добавок [10], введением 0,4 % добавки имбиря [36]. Из реологических свойств йогурта, которые могут быть изменены технологией, известны вязкость, твердость, адгезивность, сцепляемость и упругость, и они считаются наиболее важными характеристиками для восприятия текстуры йогурта [26]. В формировании текстуры йогурта главную роль играют нагрев молочной основы, закваска и гомогенизация йогурта после ферментации [32]. Также реологические свойства йогурта возможно улучшить за счёт введения вытяжки из арахиса, овса и кокоса [25], цедры апельсина [9, 15], бобовых, злаковых и орехов [14], альгината и желатина [17], а вкусовые показатели – добавлением банана, папайи и арбуза [30]. Газирование йогуртов не влияет на состояние их микрофлоры, но влияет на pH среды [21]. В промышленной технологии производства йогурта наиболее частыми проблемными звеньями могут быть пастеризационные котлы и фасовочные машины [35]. На примере греческого йогурта установлено, что выбор технологии производства этого продукта не является панацеей для его качества, поскольку решающая роль отводится выбору молочного сырья [19]. При использовании обезжиренного молока йогурты получались с наиболее высокими органолептическими свойствами, но имели более высокую вязкость и длительный период созревания по сравнению с продуктом из цельного молока [33]. В случае использования маложирного сырья при производстве йогурта часто применяют добавление β-глюканов, которые увеличивают густоту готового продукта [11]. При создании продукта с полным отсутствием аллергенности не следует заменять более 20% цельного молока гидролизатом β-лактоглобулина, так как это увеличивает кислотность и препятствует нормальному росту и развитию *Streptococcus thermophilus*, основного продуцента экзополисахаридов [28]. Заквасочная культура *Lactobacillus acidophilus* обеспечивала более качественный йогурт по сравнению с культурой *L. Bulgaricus*, однако не влияла на жирность, зольность, кислотность и содержание белка и лактозы [18]. На эти показатели можно повлиять только выбором исходного сырья – молока. Установлено влияние структуры кормов КРС на качество молока и производимого из него йогурта [16]. Однако в научной литературе отдаётся предпочтение роли типа закваски, а не роли самого используемого животного [23]. По сравнению с коровами, постоянно содержащимися в стойлах, у выпасаемых коров молоко было более богато

сухими веществами и жиром, который содержал меньшую концентрацию насыщенных жирных кислот и более высокую долю руменово́й, вакценово́й и олеиново́й кислот. Показатели молока в свою очередь повлияли на конечные питательные свойства йогурта [29]. Установлено, что йогурт из козьего молока, приготовленный из молока разных пород коз на разных типах ферм, имеет разную вязкость. Йогурт из молока коз, пасущихся на пастбище, был богаче сухими веществами и имел значительно более высокую вязкость по сравнению с йогуртом из коровьего молока и йогуртом, полученным из молока коз, которых кормили сеном и концентратом в помещении [24]. Концентрированный йогурт, полученный из козьего молока, отличался более высоким содержанием влаги, золы и жира, но более низким уровнем pH, общего содержания сухих веществ, белка и лактозы по сравнению с продуктом, полученным из коровьего молока [31]. Йогурты, изготовленные из молока овец, были более богаты полиненасыщенными жирными кислотами, цинком, магнием, кальцием и фосфором, чем йогурты из молока коз и коров [27]. Замена коровьего молока козьим при приготовлении йогурта приводит к изменению физико-химических характеристик золы, кислотности и лактозы [12]. Йогурт из козьего молока характеризовался меньшей твердостью, консистенцией и более высокой восприимчивостью к синерезису, чем йогурты из коровьего молока [20]. Установлена разная вязкость йогурта, изготовленного из молока разных периодов летнего сезона года в условиях Новой Зеландии [22].

Целью исследований было выяснить, как влияет порода коров и сезон года на качество молока и йогурта, производимого из него.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования было молоко вечерних удоев от трёх пород коров: краснопёстрой, чёрнопёстрой и симментальской. Исследования проводились на базе лаборатории кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Отбор молока осуществлялся в два срока: в начале декабря – в зимне-стойловый период и в середине лета – в пастбищный. Молоко было доставлено из близлежащего крестьянско-фермерского хозяйства, в котором упомянутые породы коров находятся при одинаковых условиях кормления и содержания. При температуре 22°C молоко было проанализировано по основным показателям теххимического контроля: кислотность – титриметрическим методом [6], содержание органических кислот в пересчёте на молочную кислоту – титриметрическим методом [1], плотность – ареометрическим методом [5], жирность – бутирометрическим методом [3], количество соматических клеток – вискозиметрическим методом на анализаторе молока «Соматос мини» [8], pH – ионометрическим методом [2] на pH-метре-иономере «Эксперт-001», редуцтазная проба – с 5% раствором сульфата меди, сычужная проба – с 1% раствором микробиального препарата «meito» [4].

Содержание в молоке белка, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), жира и плотности определяли на анализаторе молока «Клевер-2». За истинное значение брали среднее арифметическое между данными, полученными химическими анализами и экспресс-анализом. В течение двух суток молоко подвергалось естественному сквашиванию. Количество молока, взятого для проведения опыта по каждой породе, составляло 15 литров. Простокваша хранилась при температуре +4°C в холодильнике. На следующий день после изготовления йогурта он был проанализирован на плотность весовым методом, pH – ионометрическим методом [2], кислотность – титриметрическим методом [6] в динамике ежедневно до момента выхода его кислотности за рамки, предусмотренные стандартом. Содержание жира определялось бутирометрическим методом [3], содержание органических кислот определялось титриметрическим методом в пересчёте на молочную кислоту [1].

Результаты исследований и их обсуждение

В наших исследованиях молоко, полученное от коров разных пород, заметно различалось по своим физико-химическим свойствам. Согласно рН, кислотности и содержанию органических кислот молоко симментальской породы коров в зимне-стойловый период имело меньшую кислотность и более высокую жирность, чем молоко животных красно-пёстрой и черно-пестрой пород. По плотности, содержанию сухого обезжиренного остатка и белка молока различия оказались не слишком существенными. В летний пастбищный период молоко коров симментальской породы было наоборот более кислым, более плотным, с более высоким содержанием белка и сухого обезжиренного молочного остатка при одинаковых показателях жира. Молоко животных черно-пестрой породы по сравнению с двумя другими, имело более низкие показатели как по процентному содержанию жира, так и белка (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химические свойства молока разных пород коров в зависимости от сезона года

Порода	Кислотность, °Т	Органические кислоты, %	рН	Жир, %	Белок, %	Плотность, г/см ³	СОМО, %
зимне-стойловый период							
красно-пёстрая	20,1	0,4	6,6	4,4	3,5	1,030	9,0
симментальская	18,3	0,35	6,8	4,8	3,6	1,029	8,9
чёрно-пёстрая	21,9	0,4	6,6	3,9	3,3	1,030	8,8
пастбищный период							
красно-пёстрая	21,2	0,40	5,8	3,8	3,2	1,028	8,3
симментальская	21,8	0,45	5,3	3,8	3,3	1,030	8,6
чёрно-пёстрая	21,6	0,41	5,4	3,6	3,1	1,028	8,4

В целом молоко коров всех трех пород в летне-пастбищный период было с более высокой кислотностью, менее жирным, с меньшим количеством белка и СОМО, чем в зимне-стойловый период.

Сычужная проба молока всех пород как в зимне-стойловый период, так и в пастбищный составила менее 15 минут, что указывает на ее хорошую свёртываемость. Следует отметить, что летом свёртываемость молока была более высокая, чем в зимне-стойловый период. Молоко красно-пёстрой породы коров всегда свёртывалось относительно быстрее (табл. 2).

Таблица 2. Микробиологические показатели молока разных пород коров

Порода	Соматические клетки, тыс. клеток/мл	Сычужная проба, минут	Редуктазная проба в пробирках, часов
зимне-стойловый период			
красно-пёстрая	146	0,5	2
симментальская	583	5,5	5
чёрно-пёстрая	153	0,5	2
пастбищный период			
красно-пёстрая	268	0,1	8,5
симментальская	300	1,0	10,5
чёрно-пёстрая	270	5,0	4,5

Согласно результатам редуктазной пробы зимнее молоко всех трёх пород, а также летнее молоко чёрно-пёстрой породы имеет удовлетворительное качество и относится ко 2

классу, а летнее молоко коров красно-пёстрой и симментальской пород, имея отличные качественные показатели, относится к 1 классу. По этому тесту молоко симментальской породы коров независимо от сезона года являлось более качественным по сравнению с молоком остальных двух пород.

Молоко симменталов всегда отличалось более высоким содержанием соматических клеток. В зимне-стойловый период оно по этому показателю превышало норму на 83 тыс. клеток/мл, а летом – не превышало норму.

По своим органолептическим показателям полученный йогурт соответствовал ГОСТ [7]. Варианты отличались по консистенции: самым жидким был йогурт из молока коров чёрно-пёстрой породы, самым густым – из молока красно-пёстрой, а из молока животных-симменталов он занимал промежуточное положение. Это отмечено как в зимний, так и в пастбищный период. В зимне-стойловый период менее плотным, но более жирным оказался йогурт из молока красно-пёстрой породы, а самым плотным и маложирным – из молока чёрно-пёстрой породы. Йогурт из молока коров симментальской породы занимал промежуточное положение. В этот период наиболее кислым был йогурт из молока особей чёрно-пёстрой породы, а менее кислым – из молока коров симментальской породы. Йогурт из молока коров красно-пёстрой породы занимал промежуточное положение по кислотности. Об этом свидетельствует содержание органических кислот, кислотность и pH (табл. 3).

Таблица 3. Физико-химические свойства йогурта из молока разных пород крупного рогатого скота в зависимости от сезона года

Порода	Плотность, г/см ³	Органические кислоты в пересчёте на молочную, %	Кислотность, °Т	pH	Жир, %
в зимне-стойловый период					
красно-пёстрая	0,980	1,1	121,0	4,7	5,0
симментальская	1,022	1,0	115,0	4,8	4,8
чёрно-пёстрая	1,041	1,2	123,0	4,6	4,0
в пастбищный период					
красно-пёстрая	1,042	1,3	134,0	4,3	4,1
симментальская	1,032	1,1	122,0	4,6	4,2
чёрно-пёстрая	1,049	1,3	124,0	4,4	4,0

В пастбищный период йогурт из молока всех трёх пород был более плотным, менее жирным и более кислым, чем в зимне-стойловый период. В этот период влияние породности животных на физико-химические свойства (плотность, кислотность и жирность) йогурта оказалось намного слабее, чем в зимне-стойловый период. Однако в пастбищный период йогурт из молока коров симментальской породы, как и в зимне-стойловый период, имел более качественные показатели (был менее плотным, менее кислым и более жирным) по сравнению с йогуртом из молока животных остальных двух пород. Кислотность йогурта не превышала своего порогового значения, предусмотренного ГОСТ 31981-2013.

Выводы

1. Молоко коров симментальской породы в зимне-стойловый период обладало более благоприятными физико-химическими параметрами, но имело менее благоприятные микробиологические показатели (превышение соматических клеток) по сравнению с молоком животных чёрно-пёстрой и красно-пёстрой пород.

2. В пастбищный период различия по физико-химическим показателям молока между всеми тремя породами коров сгладились и стали менее значительными. В этот период только молоко особей чёрно-пёстрой породы имело менее благоприятные микробиологические показатели (редуктазная проба).

3. Свёртываемость молока всех трёх пород коров была выше в летне-пастбищный период.

4. В пастбищный период йогурт, изготовленный из молока всех трех пород, отличался меньшей жирностью, большей плотностью и большей кислотностью, чем полученный в зимне-стойловый период. В летне-пастбищный период порода крупного рогатого скота повлияла на физико-химические свойства йогурта не так значительно, как в зимне-стойловый период.

5. Качество молочной продукции крупного рогатого скота зависит как от сезона года, так и в основном от породного потенциала животного. В зимне-стойловый период наилучшими физико-химическими показателями обладал йогурт из молока коров красно-пёстрой и симментальской пород, а в пастбищный период – из молока животных симментальской породы.

Список источников

1. ГОСТ 25555.0-82 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. Разработан и внесён Министерством плодоовощного хозяйства СССР. Москва: Стандартинформ, 2010. 4 с.

2. ГОСТ 26188-84 Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения рН. Введен в действие 1.07.1985 г. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10.05.1984 г. № 1601. Москва: Стандартинформ, 2010. 3 с.

3. ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26.07.90 г. № 2293. Москва: Стандартинформ, 2009. 13 с.

4. ГОСТ Р 53430-2009 Молоко и продукты переработки молока. Методы микробиологического анализа. Разработан Государственным научным учреждением Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук. Москва: Стандартинформ, 2011. 27 с.

5. ГОСТ 54758-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения плотности. Разработан Государственным научным учреждением Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук. Москва: Стандартинформ, 2012. 19 с.

6. ГОСТ Р 54669-2011 Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. Разработан Государственным научным учреждением Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук. Москва: Стандартинформ, 2019. 12 с.

7. ГОСТ 31981-2013 Йогурты. Общие технические условия. Разработан Государственным научным учреждением Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук. Москва: Стандартинформ, 2019. 10 с.

8. ГОСТ 23453-2014 Молоко сырое. Методы определения соматических клеток. Разработан Государственным научным учреждением Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук. Москва: Стандартинформ, 2015. 16 с.

9. Arioui F., Saada D.A., Cheriguene A. Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of Citrus sinensis // Food Science and Nutrition. 2017. Vol. 5. Issue 2. Pp. 358-364.

10. Chandan R.C. Chapter 2 - An Overview of Yogurt Production and Composition // Yogurt in Health and Disease Prevention. 2017. Pp. 31-47.

11. Chirsanova A.I., Boistean A.V., Chiseliță N., Siminiuc R. Impact of yeast sediment beta-glucans on the quality indices of yoghurt // Food Systems. 2021. Vol. 4. No 1. Pp. 12-18.

12. Costa R.G., Filho E.M.B., Solange de Sousa, Beltrão da Cruz G.R., Egypto Queiroga

R.C.R., Nunes da Cruz E. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurts made from goat and cow milk // *Animal Science Journal*. 2016. Vol. 87. Issue 5. Pp. 703-709.

13. Das K., Choudhary R., Thompson-Witrick K.A., Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt // *LWT*. 2019. Vol. 108. Pp. 69-80.

14. Dhakal D., Younas T., Bhusal R.P., Devkota L., Henry C.J., Dhital S. Design rules of plant-based yoghurt-mimic: Formulation, functionality, sensory profile and nutritional value // *Food Hydrocolloids*. 2023. Vol. 142. Article No. 108786.

15. García-Pérez F.J., Lario Y., Fernández-López J., Sayas E., Pérez-Alvarez J.A., Sendra E. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage // *Color Research Application*. 2005. Vol. 30. Issue 6. Pp. 457-463.

16. González-García S., Castanheira E.G., Dias A.C., Arroja L. Environmental life cycle assessment of a dairy product: the yoghurt // *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2013. Vol. 18. Pp. 796-811.

17. Hashim I.B., Khalil A.H., Habib H. Quality and acceptability of a set-type yogurt made from camel milk // *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92. Issue 3. Pp. 857-862.

18. Hassan A., Amjad I. Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physicochemical analysis during storage // *Afrikan Journal of Biotechnology*. 2010. Vol. 9. No. 20.

19. Houssard C., Maxime D., Benoit S., Pouliot Y., Margni M. Comparative Life Cycle Assessment of Five Greek Yogurt Production Systems: A Perspective beyond the Plant Boundaries // *Sustainability*. 2020. No. 12(21). P. 9141.

20. Joon R., Mishra S.K., Brar G.S., Singh P.K., Panwar H. Instrumental texture and syneresis analysis of yoghurt prepared from goat and cow milk // *The Pharma Innovation Journal*. 2017. Vol. 6(7). Pp. 971-974.

21. Karagül-Yüceer Y., Wilson J.C., White C.H. Formulations and Processing of Yogurt Affect the Microbial Quality of Carbonated Yogurt // *Journal of Dairy Science*. 2001. Vol. 84. Issue 3. Pp. 543-550.

22. Li S., Ye A., Singh H. Effects of seasonal variations on the quality of set yogurt, stirred yogurt, and Greek-style yogurt // *Journal of Dairy Science*. 2021. Vol. 104. Issue 2. Pp. 1424-1432.

23. Mituniewicz-Małek A., Ziarno M., Dmytrów I., Tuma P., Witczak A., Vovk S. Properties of drinking yogurt obtained from cow's and goat's organic milk fermented by traditional yogurt cultures // *Infrastructure and ecology of rural areas*. 2017. No IV/3. Pp. 1755-1771.

24. Merin U. Influence of breed and husbandry on viscosity of Israeli goat milk yogurt // *Small Ruminant Research*. 2000. Vol. 35. Issue 2. Pp. 175-179.

25. Nehaa B., Sabitha V., Mathushree R., Sudha A. Development of plant-based yogurt // *Foods and Raw Materials*. 2022. Vol. 10(2). Pp. 274-282.

26. Ozcan T. Determination of Yogurt Quality by Using Rheological and Textural Parameters // *2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences IPCBEE*. 2013. Vol. 53. Pp. 118-122.

27. Paszczyk B., Tońska E., Łuczyńska J. Health-promoting value of cow, sheep and goat milk and yogurts // *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*. 2019. Vol. 69. No 3. Pp. 183-192.

28. Ponomarev A.N., Melnikova E.I., Bogdanova E.V., Kharitonov D.V. Impact of betalactoglobulin hydrolysate on structural and mechanical properties of allergenic potency-restricted yogurt // *Foods and Raw materials*. Vol. 5. No 1. Pp. 41-50.

29. Rațu R.N., Cârlescu P.M., Usturoi M.G., Lipșa F.D., Veleșcu I.D., Arsenoia V.N., Florea A.M., Ciobanu M.M., Radu-Rusu R.-M., Postolache A.N. et al. Effects of Dairy Cows Management Systems on the Physicochemical and Nutritional Quality of Milk and Yogurt, in a North-Eastern Romanian Farm // *Agriculture*. 2023. Vol. 13. Article No. 1295.

30. Roy D.K.D., Saha T., Quality Evaluation of Yogurt Supplemented with Fruit Pulp (Banana, Papaya, and Water Melon) // International Journal of Nutrition and Food Sciences. 2015. Vol. 4(6). Pp. 695-699.
31. Serhan M., Mattar J., Debs L. Concentrated yogurt (Labneh) made of a mixture of goats' and cows' milk: Physicochemical, microbiological and sensory analysis // Small Ruminant Research. 2016. Vol. 138. Pp. 46-52.
32. Sodini I., Remeuf F., Haddad S., Corrieu G. The Relative Effect of Milk Base, Starter, and Process on Yogurt Texture: A Review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2004. Vol. 44. Issue 2. Pp. 113-137.
33. Soukoulis C., Panagiotidis P., Koureli R., Tzia C. Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality // Journal of Dairy Science. 2007. Vol. 90, Issue 6. Pp. 2641-2654.
34. Tamime A.Y., Deeth H.C. Yogurt: Technology and Biochemistry // Journal of Food Protection. 1980. Vol. 43. Issue 12. Pp. 939-977.
35. Tsarouhas P.H., Arvanitoyannis L.S. Yogurt production line: reliability analysis // Production & Manufacturing Research. 2014. Vol. 2. Issue 1. Pp. 11-23.
36. Yangilar F., Yildiz P.O. Effects of using combined essential oils on quality parameters of bio-yogurt // Journal of Food Processing and Preservation. 2018. Vol. 42. Issue 1. Article No. 13332.

References

1. State standard 25555.0-82 Fruit and vegetable processing products. Methods for determining titrated acidity. Developed and introduced by the Ministry of Fruit and Vegetable Economy of the USSR. Moscow: Standartinform Publ., 2010. 4 p.
2. State standard 26188-84 Fruit and vegetable processing products, canned meat and meat-growing. pH determination method. Introduced on 1.07.1985 by the Resolution of the USSR State Committee for Standards dated 10.05.1984. No. 1601. Moscow: Standartinform Publ., 2010. 3 p.
3. State standard 5867-90 Milk and dairy products. Methods for determining fat. Approved and put into effect by the Resolution of the USSR State Committee for Product Quality Management and Standards dated 26.07.90. No. 2293. Moscow: Standartinform Publ., 2009. 13 p.
4. State standard R 53430-2009 Milk and milk processing products. Methods of microbiological analysis. Developed by the state scientific institution All-Russian Research Institute of Dairy Industry of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Moscow: Standartinform Publ., 2011. 27 p.
5. State standard 54758-2011 Milk and milk processing products. Methods for determining density. Developed by the state scientific institution All-Russian Research Institute of Dairy Industry of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Moscow: Standartinform Publ., 2012. 19 p.
6. State standard R 54669-2011 Milk and milk processing products. Methods for determining acidity. Developed by the state scientific institution All-Russian Research Institute of Dairy Industry of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Introduced by the Technical Committee for standardization TC 470 «Milk and milk processing products». Approved and put into effect by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated 13.12.2011 No. 826-art. Moscow: Standartinform Publ., 2019. 12 p.
7. State standard 31981-2013 Yoghurts. General technical conditions. Developed by the State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Dairy Industry of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Moscow: Standartinform Publ., 2019. 10 p.
8. State standard 23453-2014 Raw milk. Methods for the determination of somatic cells. Prepared by the state scientific institution All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Making of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Moscow: Standartinform Publ., 2015. 16 p.
9. Arioui F., Saada D.A., Cheriguene A. Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of Citrus sinensis. Food Science and Nutrition, 2017, vol. 5, issue 2, pp. 358-364.

10. Chandan R.C. Chapter 2 - An Overview of Yogurt Production and Composition. *Yogurt in Health and Disease Prevention*, 2017, pp. 31-47.
11. Chirsanova A.I., Boistean A.V., Chiseliță N., Siminiuc R. Impact of yeast sediment beta-glucans on the quality indices of yoghurt. *Food Systems*, 2021, vol. 4, no 1, pp. 12-18.
12. Costa R.G., Filho E.M.B., Solange de Sousa, Beltrão da Cruz G.R., Egypto Queiroga R.C.R., Nunes da Cruz E. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurts made from goat and cow milk. *Animal Science Journal*, 2016, vol. 87, issue 5, pp. 703-709.
13. Das K., Choudhary R., Thompson-Witrick K.A., Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. *LWT*, 2019, vol. 108, pp. 69-80.
14. Dhakal D., Younas T., Bhusal R.P., Devkota L., Henry C.J., Dhital S. Design rules of plant-based yoghurt-mimic: Formulation, functionality, sensory profile and nutritional value. *Food Hydrocolloids*, 2023, vol. 142, article no. 108786.
15. García-Pérez F.J., Lario Y., Fernández-López J., Sayas E., Pérez-Alvarez J.A., Sendra E. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. *Color Research Application*, 2005, vol. 30, issue 6, pp. 457-463.
16. González-García S., Castanheira E.G., Dias A.C., Arroja L. Environmental life cycle assessment of a dairy product: the yoghurt. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2013, vol. 18, pp. 796-811.
17. Hashim I.B., Khalil A.H., Habib H. Quality and acceptability of a set-type yogurt made from camel milk. *Journal of Dairy Science*, 2009, vol. 92, issue 3, pp. 857-862.
18. Hassan A., Amjad I. Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physiochemical analysis during storage. *Afrikan Journal of Biotechnology*, 2010, vol. 9, no. 20.
19. Houssard C., Maxime D., Benoit S., Pouliot Y., Margni M. Comparative Life Cycle Assessment of Five Greek Yogurt Production Systems: A Perspective beyond the Plant Boundaries. *Sustainability*, 2020, no. 12(21), p. 9141..
20. Joon R., Mishra S.K., Brar G.S., Singh P.K., Panwar H. Instrumental texture and syneresis analysis of yoghurt prepared from goat and cow milk. *The Pharma Innovation Journal*, 2017, vol. 6(7), pp. 971-974.
21. Karagül-Yüceer Y., Wilson J.C., White C.H. Formulations and Processing of Yogurt Affect the Microbial Quality of Carbonated Yogurt. *Journal of Dairy Science*, 2001, vol. 84, issue 3, pp. 543-550.
22. Li S., Ye A., Singh H. Effects of seasonal variations on the quality of set yogurt, stirred yogurt, and Greek-style yogurt. *Journal of Dairy Science*, 2021, vol. 104, issue 2, pp. 1424-1432.
23. Mituniewicz-Małek A., Ziarno M., Dmytrów I., Tuma P., Witczak A., Vovk S. Properties of drinking yogurt obtained from cow's and goat's organic milk fermented by traditional yogurt cultures. *Infrastructure and ecology of rural areas*, 2017, no. IV/3, pp. 1755-1771.
24. Merin U. Influence of breed and husbandry on viscosity of Israeli goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*, 2000, vol. 35, issue 2, pp. 175-179.
25. Nehaa B., Sabitha V., Mathushree R., Sudha A. Development of plant-based yogurt. *Foods and Raw Materials*, 2022, vol. 10(2), pp. 274-282.
26. Ozcan T. Determination of Yogurt Quality by Using Rheological and Textural Parameters. *2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences IPCBEE*, 2013, vol. 53, pp. 118-122.
27. Paszczyk B., Tońska E., Łuczyńska J. Health-promoting value of cow, sheep and goat milk and yogurts. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 2019, vol. 69, no. 3, pp. 183-192.
28. Ponomarev A.N., Melnikova E.I., Bogdanova E.V., Kharitonov D.V. Impact of betalactoglobulin hydrolysate on structural and mechanical properties of allergenic potency-restricted yogurt. *Foods and Raw materials*, vol. 5, no. 1, pp. 41-50.

29. Rațu R.N. Cârlescu P.M. Usturoi M.G. Lipșa F.D. Veleșcu I.D. Arsenoia V.N. Florea A.M. Ciobanu M.M. Radu-Rusu R.-M. Postolache A.N. et al. Effects of Dairy Cows Management Systems on the Physicochemical and Nutritional Quality of Milk and Yogurt, in a North-Eastern Romanian Farm. *Agriculture*, 2023, vol. 13, article no. 1295.

30. Roy D.K.D., Saha T., Quality Evaluation of Yogurt Supplemented with Fruit Pulp (Banana, Papaya, and Water Melon). *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2015, vol. 4(6), pp. 695-699.

31. Serhan M., Mattar J., Debs L. Concentrated yogurt (Labneh) made of a mixture of goats' and cows' milk: Physicochemical, microbiological and sensory analysis. *Small Ruminant Research*, 2016, vol. 138, pp. 46-52.

32. Sodini I., Remeuf F., Haddad S., Corrieu G. The Relative Effect of Milk Base, Starter, and Process on Yogurt Texture: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2004, vol. 44, issue 2, pp. 113-137.

33. Soukoulis C., Panagiotidis P., Koureli R., Tzia C. Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality. *Journal of Dairy Science*, 2007, vol. 90, issue 6, pp. 2641-2654.

34. Tamime A.Y., Deeth H.C. Yogurt: Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protection*, 1980, vol. 43, issue 12, pp. 939-977.

35. Tsarouhas P.H., Arvanitoyannis L.S. Yogurt production line: reliability analysis. *Production & Manufacturing Research*, 2014, vol. 2, issue 1, pp. 11-23.

36. Yangilar F., Yildiz P.O. Effects of using combined essential oils on quality parameters of bio-yogurt. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2018, vol. 42, issue 1, Article No.

Информация об авторах

В.Л. Захаров – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

Н.Ф. Щегольков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник Липецкой лаборатории разведения крупного рогатого скота;

С.Ю. Шубкин – кандидат технических наук, доцент кафедры технологических процессов в машиностроении и агроинженерии;

П.А. Абдурахманов – младший научный сотрудник.

Information about the authors

V. L. Zakharov - Doctor of agricultural sciences, professor of the department of agricultural technologies, storage and processing of agricultural products;

N.F. Shchegol'kov – Candidate of agricultural sciences, associate professor, researcher at the Lipetsk laboratory of cattle breeding;

S.Yu. Shubkin – Candidate of technical sciences, associate professor of the department of technological processes in mechanical engineering and agroengineering;

P.A. Abdurahmanov – junior researcher.

Научная статья

УДК 663.97:543.544.5

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-36-42

ФЕРМЕНТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛЕВОДНОГО КОМПЛЕКСА ТАБАКА

Карманов Денис Александрович^{1✉}, Моисеев Игорь Викторович²,
Лезный Валерий Владимирович³

^{1,2,3}Погарская сигаретно-сигарная фабрика, Брянская область, Погар, Россия

¹denis.karmanov.91@mail.ru✉

²ivmoiseev@mail.ru

³leznyi.v@pccf.ru

Аннотация. Исследовано влияние процесса естественной ферментации на углеводный состав трубчатого и сигарных табачных blends. Целью исследований являлось определение содержания основных углеводов в исследуемых образцах, а именно глюкозы, фруктозы и сахарозы, и выявление динамики изменения их массовой доли в течение 6 месяцев. Для достижения поставленной цели использовалась методика количественного определения углеводов методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ). Количественный анализ проводился на жидкостном хроматографе с рефрактометрическим детектором методом внешнего стандарта с предварительным получением водных экстрактов по методу Сокслета. Для внешних стандартов заведомо были определены их хроматографические характеристики, такие как время удерживания и площадь пика. Исследования показали, что в процессе ферментации наблюдается уменьшение содержания углеводов в интервале 1-4 месяцев. Массовая доля углеводов в этот период времени уменьшается на 24,9-63,3%. При этом наиболее значительному изменению был подвержен трубчатый blend. Дальнейшая ферментация образцов не оказывает существенного влияния на углеводный состав табака. Полученная информация может быть использована табачными заводами для разработки оптимального процесса ферментации при производстве сигар и трубчатого табака.

Ключевые слова: табачный blend, углеводы, ферментация, реакция Майяра, высокоэффективная жидкостная хроматография

Для цитирования: Карманов Д.А., Моисеев И.В., Лезный В.В. Ферментационные изменения углеводного комплекса табака // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 36-42. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-36-42>.

Original article

FERMENTATION CHANGES IN THE CARBOHYDRATE COMPLEX OF TOBACCO

Denis A. Karmanov^{1✉}, Igor V. Moiseev², Valerii V. Leznyi³

^{1,2,3}Pogor Cigarette & Cigar Factory, Bryansk region, Pogor, Russia

¹denis.karmanov.91@mail.ru✉

²ivmoiseev@mail.ru

³leznyi.v@pccf.ru

Abstract. The influence of the natural fermentation process on the carbohydrate composition of pipe and cigar tobacco blends has been studied. The aim of the research was to determine the content of the main carbohydrates in the studied samples, namely glucose, fructose and sucrose and to identify the dynamics of changes in their mass fraction over 6 months. To achieve this goal, the method of quantitative determination of carbohydrates by reverse-phase high-performance liquid chromatography (RP HPLC) was used. Quantitative analysis was carried out on a liquid chromatograph with a refractometric detector by the method of an external standard with preliminary preparation of aqueous extracts by the Soxlet method. For external standards, their chromatographic characteristics, such as retention time and peak area, were deliberately determined. Studies have shown that during fermentation, there is a decrease in the carbohydrate content in the interval of 1-4 months. The mass fraction of carbohydrates in this period of time decreases by 24,9-

63,3%. At the same time, the pipe blend was subject to the most significant changes. Further fermentation of the samples does not significantly affect the carbohydrate composition of tobacco. The information obtained can be used by tobacco factories to develop an optimal fermentation process in manufacturing of cigars and pipe tobacco.

Keywords: tobacco, carbohydrates, fermentation, Maillard reaction, high-performance liquid chromatography

For citation: Karmanov D.A., Moiseev I.V., Leznyy V.V. Fermentation changes in the carbohydrate complex of tobacco. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1(31), pp. 36-42. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-36-42>.

Введение

Положительное влияние углеводов на вкусовые характеристики табачного дыма является общепризнанным [8]. Однако оптимальный вкусоароматический профиль табачной продукции обусловлен не только содержанием сахаров, но и другими компонентами табака – белками, никотином, смолами, т.е. химическим составом в целом.

Существует несколько способов планирования требуемого вкусоароматического профиля дыма. Первым и самым распространенным из них является составление табачных мешек (блендов) из сортов табака различных по химическому составу. Нередко для этих целей используются методы математического моделирования [5]. Второй способ подразумевает обработку табачного сырья различными добавками – соусами, тем самым корректируя общий химический состав. Для сортов табака с низким содержанием углеводов (табаки воздушной сушки, некоторые сорта Берлея, сигарные табаки), как правило, применяют соусы из высокосахаристых сиропов в качестве основного компонента [3]. Оба вышеуказанных способа зачастую сочетают друг с другом в несколько итераций. Особое место среди способов формирования вкусоароматического профиля продукции занимает процесс естественной ферментации табачного сырья [4]. Особенно это важно для премиальных табачных изделий: сигар, сигарилл и трубочных табаков. Отличительной чертой данного способа является образование новых вкусоароматических веществ, благодаря протекающим во время ферментации химическим и биохимическим процессам. К реакциям с участием углеводов можно отнести сахароаминную реакцию (она же реакция Майяра), а также реакции ферментативного окисления сахаров до карбоновых оксикислот и др. Полный механизм реакции Майяра достаточно сложен, однако досконально изучена начальная стадия реакции с образованием циклических аминокислот (рис. 1.) [7].

При этом основные представители углеводов табака – глюкоза, фруктоза и сахароза в подобных реакциях обладают разной химической активностью. Например, сахароза не вступает в реакцию Майяра вследствие отсутствия свободной карбонильной группы [10].

Процесс естественной ферментации или «старения» табака позволяет получать вкус и аромат дыма, который нельзя добиться обычным купажем или соусированием. Однако процесс ферментации требует длительного времени, которое при масштабном производстве является ценным ресурсом. Поэтому исследование влияния времени на ход химических процессов во время ферментации и подборка оптимальных временных условий по результатам данных исследований имеют очевидную практическую значимость. Судить о ходе ферментативных процессов можно по изменению массовой доли основных углеводов табака, что и являлось целью настоящей работы.

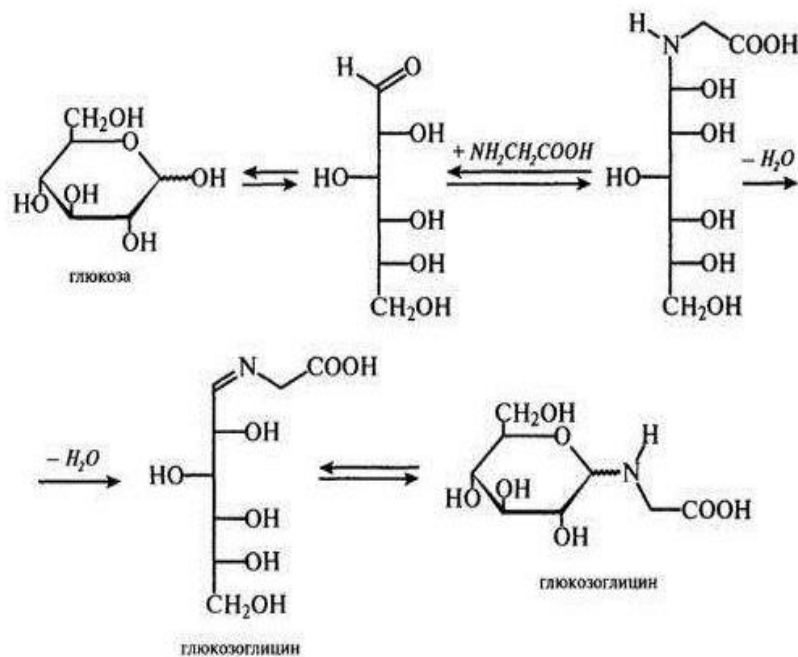


Рисунок 1. Первая стадия реакции Майяра между глюкозой и глицином

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2022-2023 гг. Ферментацию табачных blends проводили на АО «ПССФ». Анализ образцов на содержание углеводов осуществлялся на базе ФГБОУ ВО «БГУ им. И.Г. Петровского».

Объектами исследований были выбраны:

1. Трубочный табак с высоким содержанием сахаров из смеси сортотипов Берлей воздушной сушки (АС) и Вирджинии трубно-огневой сушки (FCV) из Бразилии, Индии, Испании, Италии Кубы и Малави.

2. Смесь из сигарных табаков с низким содержанием сахаров из Доминиканской республики, Кубы, Никарагуа и Эквадора.

3. Аналогичная смесь сигарных табаков, дополнительно обработанная глюкозо-фруктозным сиропом в количестве 10% от массы табака, в состав которого входило 40% фруктозы, 35% глюкозы и 25% воды. Обработка сиропом позволяет оценить вклад искусственно внесённых углеводов в ферментативные процессы.

Исследуемые образцы выравнивались по влажности до 13% и закладывались на естественную ферментацию под дубовый пресс на 6 месяцев. Процесс ферментации осуществлялся при температуре 20°C и влажности воздуха равной 70% [2]. Приложенное давление составляло 120 кПа. Для выявления динамики изменения состава углеводного комплекса в течение всего эксперимента отбирались пробы с временным интервалом в 1 месяц. Из проб-образцов экстракцией по Сокслету получали водные растворы, которые анализировались на содержание углеводов [6, 9].

Количественное определение углеводов в экстрактах табака проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по ГОСТ 32167-2013 [1]. В качестве внешних стандартов использовались набор углеводов фирмы «Merck». Определение проводилось на хроматографе Dionex Ultimate 3000 (Thermo Fisher Scientific, США) с рефрактометрическим детектором. Разделение углеводов осуществлялось на хроматографической колонке Eclipse XDB-C18 (250x4,6 mm), дополненной предколонкой Agilent EC-C18 (2,7 μm ; 3x5 mm), для предотвращения загрязнения основной хроматографической колонки окрашенными продуктами и коллоидными частицами экстракта. Элюент – 80% ацетонитрила и 20%

воды. Скорость потока элюента – 1,3 см³/мин, температура термостата колонок – 30 °С. Ниже представлена хроматограмма смеси стандартных образцов углеводов (рис. 2).

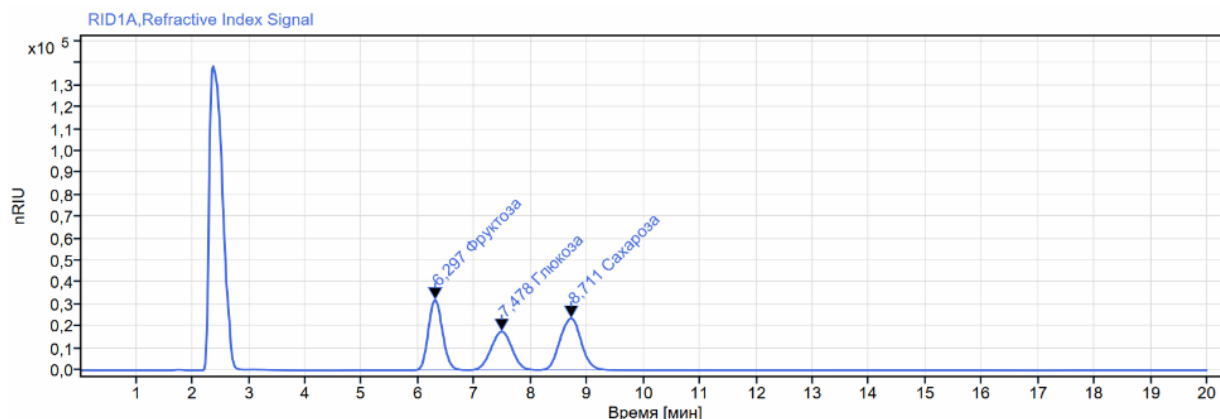


Рисунок 2. Хроматограмма смеси внешних стандартов углеводов

Хроматографические характеристики пиков внешних стандартов представлены в таблице ниже (табл. 1).

Таблица 1. Хроматографические характеристики стандартных образцов углеводов

Углевод	Концентрация, мг/см ³	Время удерживания, min	Площадь пика, nRIU·min
Фруктоза	1,02	6,297	559 014
Глюкоза	1,02	7,478	454 851
Сахароза	1,01	8,711	619 392

Концентрация углеводов в экстрактах определялась из соотношения:

$$C = \frac{C_{ст} \cdot S}{S_{ст}}, \quad (1)$$

где C – концентрация углевода в экстракте, $C_{ст}$ – концентрация углевода в стандартном растворе, S – площадь пика определяемого углевода, $S_{ст}$ – площадь пика стандарта углевода. За достоверный результат анализа принималось среднееарифметическое значение 3-х повторных измерений. Из значений концентраций углеводов в экстрактах был произведён перерасчёт в массовые доли в исследуемых образцах.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты ВЭЖХ показали, что динамика изменения общего содержания углеводов в исследуемых табачных блендах стремится к уменьшению массовой доли. При этом наиболее интенсивная убыль углеводов наблюдается в первые 4 месяца ферментации. За указанное время убыль углеводов для трубочного бленда составила 63,3%, для сигарного – 39,3%, для сигарного бленда обработанного сиропом – 24,9%. Последующая ферментация образцов практически не влияет на содержание углеводов (рис. 3).

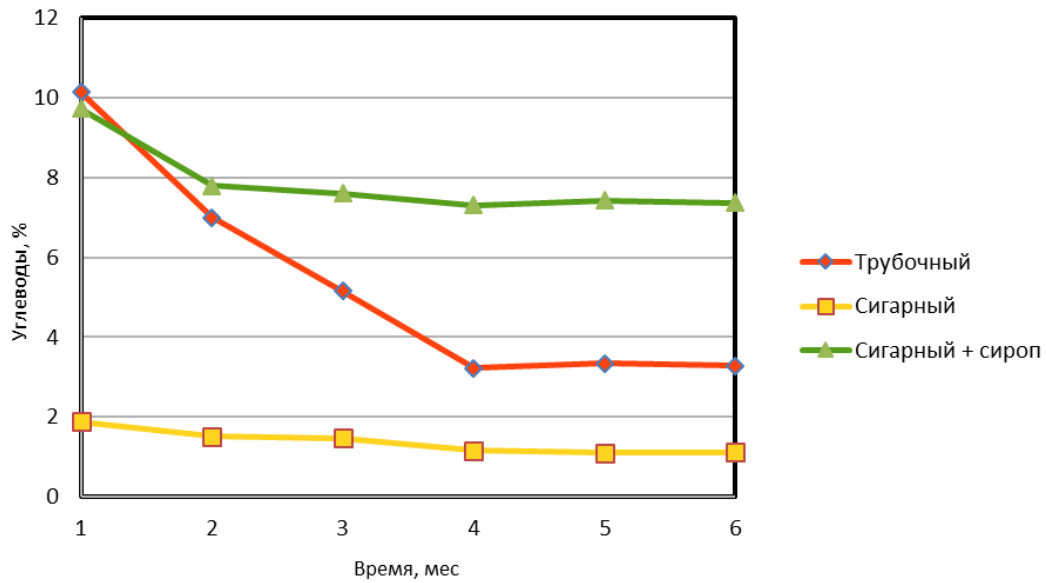


Рисунок 3. Динамика изменения содержания углеводов в исследуемых образцах

Таким образом, можно сделать вывод, что именно в указанный период времени (первые 4 месяца) происходит формирование химических показателей, обеспечивающих вкусоароматический профиль дыма, обусловленных реакциями с участием углеводного комплекса.

Из представленных зависимостей очевидно, что наиболее значительному ферментационному изменению подвергается табак с изначально высоким содержанием углеводов. Это демонстрирует исследуемый трубочный бленд. При более детальном изучении результатов ВЭЖХ выявлено, что максимальный вклад в образование химических веществ, влияющих на формирование вкусоароматического профиля, принадлежит фруктозе, как наиболее количественному и видимо наиболее реакционноспособному углеводу в общем комплексе (рис. 4).

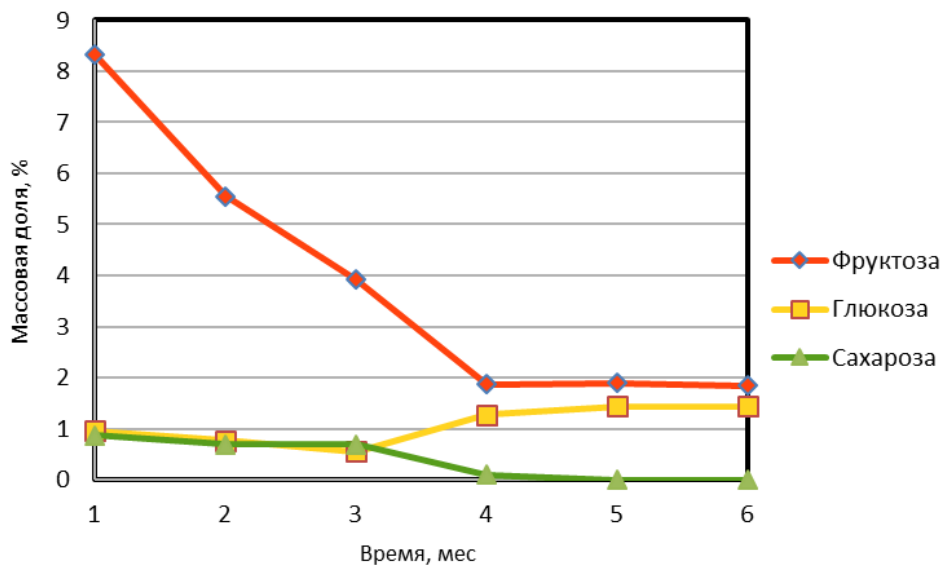


Рисунок 4. Динамика изменения основных углеводов в трубочном бленде

Также наблюдается падение (практически до нуля) массовой доли сахарозы и симметричный рост массовой доли глюкозы, что вероятнее всего обусловлено полным ферментативным гидролизом сахарозы до глюкозы.

Углеводы, дополнительно внесённые в сигарный бленд, ферментивному изменению подверглись незначительно относительно углеводов в высокосахаристом трубочном бленде. Это может быть связано с плохой проникающей способностью (впитываемостью) сиропа в структуру табачного листа с влажностью, равной 13%. Если предположить, что углеводы табака уменьшаются с одинаковой динамикой на 0,73% от общей массы (с 1,89% до 1,16%), а в это время уменьшение общих углеводов в сигарном бленде с сиропом составляет 2,42% (с 9,73% до 7,31%), то на убыль углеводов, непосредственно содержащихся в сиропе, приходится 1,69%. Следовательно, с учётом искусственно внесённого до процесса ферментации количества углеводов (7,84%) в реакциях приняло участие 21,6% углеводов сиропа.

Это указывает на то, что необходимость в обработке высокоуглеводными добавками низкосахаристых сортов сигарного табака имеет место только для корректировки сахаро-белкового или сахаро-никотинового соотношения, т.е. общего химического состава.

Вышеизложенная информация, полученная в ходе исследований, может быть полезна при разработке оптимального процесса ферментации при производстве сигар и трубочного табака.

Выводы

1. Наиболее значительному ферментационному изменению подвергается табак с изначально высоким содержанием углеводов (5-20%).
2. Ферментирование табачного сырья практически не влияет на его углеводный комплекс по прошествии четырех месяцев.
3. Обработка низкосахаристого табачного сырья (1-3%) высокоуглеводными сиропами не оказывает существенного влияния на образование вкусоароматических веществ в процессе естественной ферментации. Подобные добавки имеют практическое значение при корректировке общего химического состава проектируемых и серийных табачных изделий.
4. Из углеводов наибольший вклад в образование вкусоароматического профиля дыма вносит фруктоза.

Список источников

1. ГОСТ 32167-2013. Мед. Метод определения сахаров. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.05.2013 г. № 56-П. Москва: Стандартинформ. 2013. 12 с.
2. Исследование количественного изменения никотина в табачном сырье в процессе естественной ферментации под прессом / И.В. Моисеев, Д.А. Карманов, В.В. Лёзный, Д.Д. Кириллов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2022. № 4(54). С. 25-30.
3. Исследование органолептических и физико-химических характеристик изделий из табака курительного тонкорезаного / Е.Ю. Смирнова, Е.В. Гнучих, Д.Д. Кириллов, А.А. Славянский // Новые технологии. 2022. Т. 18. № 3. С. 85-93.
4. Кинцурашвили К.М. Процесс «старения» табачного сырья // Пиво и напитки. 2006. № 1. С. 46-47.
5. Моисеев И.В., Пуздрова Н.В., Кротов Д.Г. Прогнозирование химического состава перспективных курительных изделий // Пиво и напитки. 2006. № 6. С. 36-37.
6. Определение рациональных технологических параметров работы экстрактора Сокслета при получении спиртовой настойки из ягод клюквы / Б.Н. Федоренко, Д.М. Бородулин, М.В. Просин, А.В. Шафрай, Б.А. Лобасенко, Я.С. Головачева // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 1. С. 115-123.
7. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.]. Изд. 4-е, исп. и доп. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2007. 640 с.

8. Сравнительный анализ химического состава табачного сырья / В.П. Писклов, С.К. Кочеткова, Н.А. Дурунча, Л.В. Кокорина, С.А. Медведева, И.А. Резниченко // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 5-6 (329-330). С. 20-24.
9. Jensen W. The Origin of the Soxhlet Extractor // Journal of Chemical Education. 2007. No. 84. Pp. 1913-1914.
10. Nursten H.E. Recent developments in studies of the Maillard reaction // Food Chemistry. 1981. Vol. 6. Pp. 263-277.

References

1. State standard 32167-2013. Honey. A method for determining sugars. It is approved and put into effect by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of 19.05.2013. No 56-p, Moscow: Standartinform Publ., 2013. 12 p.
2. Quantitative change of nicotine in tobacco raw materials during natural fermentation under pressure. I.V. Moiseev, D.A. Karmanov, V.V. Leznyj, D.D. Kirillov. Processes and Food Production Equipment, 2022, no. 4(54), pp. 25-30.
3. Study of organoleptic and physical and chemical characteristics of products from smoking rolling tobacco. E.Yu. Smirnova, E.V. Gnuchih, D.D. Kirillov, A.A. Slavyanskij. New Technologies, 2022, vol. 18, no. 3, pp. 85-93.
4. Kincurashvili K.M. The process of «aging» of tobacco raw materials. Beer and Beverages, 2006, no. 1, pp. 46-47.
5. Moiseev I.V., Puzdrova N.V., Krotov D.G. Prediction of the chemical composition of promising smoking products. Beer and Beverages, 2006, no. 6, pp. 36-37.
6. Rational technological parameters of the Soxhlet extractor in the production of alcoholic extracts from cranberries. B.N. Fedorenko, D.M. Borodulin, M.V. Prosin, A.V. SHafraj, B.A. Lobasenko, Ya.S. Golovacheva. Food Processing: Techniques and Technology, 2020, vol. 50, no. 1, pp. 115-123.
7. Food chemistry / A.P. Nechaev, S.E. Traubenberg, A.A. Kochetkova [et al]. Ed. 4rd, reprint. and add. Saint-Petersburg: GIORD Publ., 2007. 640 p.
8. Comparative analysis of chemical composition of tobacco raw materials. V.P. Pisklov, S.K. Kochetkova, N.A. Duruncha, L.V. Kokorina, S.A. Medvedeva, I.A. Reznichenko. News of Universities. Food Technology, 2012, no. 5-6 (329-330), pp. 20-24.
9. Jensen W. The Origin of the Soxhlet Extractor. Journal of Chemical Education, 2007, no. 84, pp. 1913-1914.
10. Nursten H.E. Recent developments in studies of the Maillard reaction. Food Chemistry, 1981, vol. 6, pp. 263-277.

Информация об авторах

Д.А. Карманов – руководитель научно-аналитической лаборатории;
И.В. Моисеев – доктор технических наук, президент АО «ПССФ»;
В.В. Лёзный – заместитель генерального директора по технологиям.

Information about the authors

D.A. Karmanov – Head of the scientific and analytical laboratory;
I. V. Moiseev – Doctor of technical science, president JSC «PCCF»;
V.V. Leznyy – Deputy general director for technology.

Научная статья
УДК 66.067
DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-43-53

ПЕРСПЕКТИВЫ СУХОГО ОХМЕЛЕНИЯ В ПИВОВАРЕНИИ

Ключников Андрей Иванович¹✉

¹Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ), Москва, Россия

¹kaivanov@mail.ru✉

Аннотация. Неуклонное расширение ассортимента и производство новых сортов пива с многообразными вкусо-ароматическими оттенками является одной из составляющих успеха неуклонного развития пивоваренной отрасли. Причем речь здесь не идет о пивных напитках, в рецептуре которых можно встретить нетрадиционные ингредиенты, не свойственные классическому пивоварению. В основе получения новых сортов пива с характерными вкусо-ароматическими особенностями находится использование определенных сортов хмеля, вносимого в напиток на разных технологических стадиях его производства определенным способом, в различных сочетаниях и в соответствии с обоснованным алгоритмом. В настоящей статье рассматриваются существующие способы и оборудование для сухого охмеления, обоснован ожидаемый набор органолептических свойств пива, приобретаемых в зависимости от применяемого способа, приведено экспериментальное оборудование для приготовления сусле и пива, сухого охмеления динамическим способом и на стадии главного брожения, результаты органолептической оценки образцов пива, полученных в результате сухого охмеления при помощи дескрипторно-профильного метода, их вкусо-ароматические профили и физико-химические свойства, обоснованы сорта хмеля и их дозировка в рецептурах напитка, производимого в условиях пивоваренных предприятий малой мощности.

Ключевые слова: пиво, сухое охмеление, ароматные и горькие сорта хмеля, хмелевой экстрактор, вкусо-ароматический профиль

Для цитирования: Ключников А.И. Перспективы сухого охмеления в пивоварении // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 43-53. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-43-53>.

Original article

PROSPECTS FOR DRY HOPPING IN BREWING

Andrey I. Klyuchnikov¹✉

¹Moscow State University of Technology and Management K. G. Razumovsky (PKU), Moscow, Russia

¹kaivanov@mail.ru✉

Abstract. Steady expansion of the assortment and production of new varieties of beer with diverse flavors and aromatic shades is one of the components of the success of the steady development of the brewing industry. Moreover, we are not talking about beer drinks, in the recipe of which you can find non-traditional ingredients that are not typical for classical brewing. The basis for obtaining new varieties of beer with characteristic taste and aromatic characteristics is the use of certain varieties of hops, introduced into the drink at different technological stages of its production in a certain way, in various combinations and in accordance with a well-founded algorithm. This article discusses existing methods and equipment for dry hopping, substantiates the expected set of organoleptic properties of beer acquired depending on the method used, provides experimental equipment for the preparation of wort and beer, dry hopping in a dynamic way and at the stage of main fermentation, results of organoleptic evaluation of beer samples, obtained as a result of dry hopping using the descriptor-profile method, their flavor and aroma profiles and physical and chemical properties, hop varieties and their dosage in the recipes of drinks produced in low-power breweries are substantiated.

Keywords: beer, dry hopping, aromatic and bitter hop varieties, hop extractor, flavor and aroma profile

For citation: Klyuchnikov A.I. Prospects for dry hopping in brewing. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 1(31), pp. 43-53. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-43-53>.

Введение

В настоящее время актуальным является вопрос по разработке новых сортов пива с более изысканными и разнообразными оттенками вкуса и аромата, ввиду того, что потребитель стал более разборчиво подходить к выбору определенного сорта, соответствующего его запросам. Обилие информации о сортах пива, например, IPA, APA, DIPa, BIPa, AIPa, TIPA и др., способах его производства, видах используемого сырья, в т.ч. нетрадиционного, требует от владельцев пивоваренного бизнеса постоянного поиска новых нестандартных решений в рецептурах напитков для привлечения новых клиентов [1-3]. Одним из легко доступных способов расширения ассортимента и улучшения вкусо-ароматической составляющей пива является технология сухого охмеления, которая на сегодняшний день остается наиболее распространенной и легко реализуемой в условиях пивоваренного производства малой мощности. При этом технология сухого охмеления пива существенным образом не влияет на горечь конечного продукта и предназначена, главным образом, для формирования хмелевого аромата. Важным остается выбор технологии и техники для сухого охмеления, сортов хмеля и их сочетания, стадий, на которых предполагается внесение хмелепродуктов. Кратко рассмотрим эти способы [4, 5, 10]. 1. Охмеление в сусловарочном аппарате. При классическом охмелении горячего пивного сусла используют расходные резервуары в количестве, равным числу этапов внесения хмеля при кипячении. Хмель вносится в кипящее сусло в автоматическом режиме в соответствии с временным алгоритмом, например, в начале кипячения вносится горький хмель, в середине – горький хмель, за 10 – 15 мин до окончания процесса – ароматный хмель. Горький и ароматный хмель в расчетных количествах загружают в расходные резервуары с герметичными крышками. Горячее сусло с помощью циркуляционного насоса забирается из сусловарочного аппарата и направляется в один из расходных резервуаров, проходя через который увлекает за собой все количество хмеля. В зависимости от степени автоматизации гранулированный хмель для последующих варок загружается в расходные резервуары вручную или автоматически. На малых пивоварнях хмель задается непосредственно в сусловарочный аппарат в несколько стадий, согласно принятому технологическому регламенту. В этом случае при открытом способе кипячения сусла следует считаться с потерями хмелевого аромата вместе со вторичным паром, что следует учитывать при расчете ожидаемой горечи конечного продукта [6].

2. Охмеление в гидроциклонном аппарате. Внесение хмеля в гидроциклонный аппарат не способно существенным образом повлиять на горечь пива, предназначено для создания сбалансированного и явно выраженного хмелевого аромата. Поскольку хмель вносится в горячее сусло температурой выше 80...85 °С, некоторая часть α -кислот может изомеризоваться, что также следует учитывать при расчете дозировки вносимых хмелепродуктов [8].

3. Динамическое охмеление. Способ охмеления динамическим способом предусматривает использование специального оборудования («Hopmaster», «Hoptower», «Hopgun», «HopRocket», «HopBack» и др.), в корпусе которого размещается вертикальный сетчатый цилиндр с гранулированным хмелем, через который в циркуляционном режиме циркулирует готовое пиво. Хмелевой экстрактор подключается к танку с готовым пивом, откуда продукт при помощи мембранного насоса, в циркуляционном режиме прокачивается через гранулированный хмель в течение определенного времени [9].

4. Охмеление в аппарате главного брожения или дображивания. Способ сухого охмеления на стадии главного брожения применяется достаточно ограниченно, если только этого требует стилистика конкретного пива. Причиной тому являются значительные потери аромата из-за интенсивного образования углекислого газа во время главного брожения. Сухое охмеление на стадии дображивания пива является традиционным и достаточно распространенным способом. Как в первом, так и во втором случаях для сухого охмеления используют сет-

ку-контейнер, подвешиваемый в аппарате для главного брожения или дображивания до его заполнения [7].

Безусловно, на первом месте остается сенсорный анализ готовой продукции, который в условиях мини-пивоварен может быть осуществлён при помощи дескрипторно-профильного метода, позволяющего выстроить графическую визуальную модель вкусо-ароматических характеристик пива. Это становится возможным при сравнении вариаций продукта с измененными составами относительно друг друга и последующего выбора варианта, получившего максимальную оценку дегустаторов. Созданные в ходе такого анализа индивидуальные признаки напитка позволяют определить, в каких пределах можно изменять вкусо-ароматические характеристики продукта в зависимости от их количественной величины [11-15].

Целью исследования являлось изучение физико-химических и органолептических свойств пива, полученного различными способами сухого охмеления.

Материалы и методы исследований

Экспериментальные исследования по сухому охмелению пива проводились в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (2022 – 2023 гг.) в ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ)» (с 2023 г. по наст. время).

При выполнении настоящей работы использовались общепринятые для пивоваренной отрасли методы анализа: ГОСТ 12786-80 «Пиво. Правила приемки и методы отбора проб», ГОСТ 12787-81 «Пиво. Методы определения спирта, действительного экстракта и расчет сухих веществ в начальном сусле», ГОСТ 12788-87 «Пиво. Методы определения кислотности», ГОСТ 12789-87 «Пиво. Методы определения цвета», ГОСТ 30060-93 «Пиво. Методы определения органолептических показателей и объема продукции», ГОСТ Р 51154-98 «Пиво. Методы определения двуокиси углерода и стойкости».

Для идентификации вкуса и аромата в исследуемых образцах пива использовали дескрипторно-профильный метод – метод количественного отображения совокупности наиболее значимых органолептических признаков напитка: аромата и вкуса в виде графических профилей с использованием выбранных дескрипторов.

Специальные методики были основаны на подготовке технологического оборудования (настойной пивоварни и цилиндрикоконического аппарата «iBrew» для главного брожения и созревания, фильтродержателя с колбой, сетки-контейнера для гранулированного хмеля) к проведению процессов сухого охмеления пива.

Лабораторная пивоварня настольного типа (рис. 1) представляла собой вертикальный цилиндрический корпус с коническим днищем, в нижней части которого установлен ТЭН с электронным программируемым контроллером для выбора необходимой температуры, мощности нагревания, продолжительности ферментативных пауз. Внутри вертикального цилиндрического корпуса установлена перфорированная корзина для измельченного солода. Устройство снабжалось охладителем змеевикового типа для охлаждения охмеленного пивного сусла до температуры главного брожения 12...15 °С. Для обеспечения равномерного нагревания заторной массы, сусла во время его кипячения с хмелем предназначался циркуляционный насос. С целью предотвращения попадания крупных твердых частиц в циркуляционный насос на выпускной патрубке внутри корпуса устанавливалась фильтр-сетка. Для минимизации контакта заторной массы и пивного сусла с кислородом воздуха и потерь теплоты сверху корпус закрывали стеклянной крышкой.



Рис. 1. Комплект оборудования «iBrew» для приготовления пива:

- а) змеевик для охлаждения горячего пивного сусла; б) аппарат для затирания и кипячения;
в) бродительный аппарат; г) сетка-контейнер для сухого охмеления;
д) бутылка с бугельной пробкой для дображивания.

Далее осуществляли перелив охлажденного сусла в бродительный аппарат, в котором предварительно размещали сетку-контейнер с ароматным гранулированным хмелем. Бродительный аппарат помещали в холодильный шкаф с температурой 12...15 °С для главного брожения в течение 6...8 сут. По окончании процесса главного брожения из нижней части аппарата аккуратно сбрасывали осевшие дрожжи и осуществляли перелив сброженного пивного сусла в стеклянные бутылки с бугельными пробками. Затем переводили температуру холодильного шкафа на 2...4 °С и осуществляли дображивание пива в бутылках в течение 25...30 сут.

Динамический способ сухого охмеления заключался в подключении фильтродержателя (рис. 2, а) с колбой-картриджем к танку с готовым пивом (губки, входящие в комплект, не использовались). Процесс осуществляли в циркуляционном режиме в течение определенного времени. Расход пива регулировался за счет изменения частоты вращения рабочего колеса насоса.



Рис. 2. Комплекс оборудования для сухого охмеления динамическим способом:
а) фильтродержатель; б) колба-картридж.

Результаты исследований и их обсуждение

Наибольшую практическую значимость представляло исследование вкусо-ароматического профиля пива, охмеленного в бродительном аппарате.

В качестве объекта сравнения выступал контрольный образец пива с экстрактивностью 11 %, приготовленный с использованием светлого солода «Пилснер» и специального солода «Мюнхен 15». Охмеление осуществлялось в суслварочном аппарате в три этапа: 1-ый этап –

до кипячения при температуре сусла 96...97 °С, хмель «Nugget»; 2-ой этап – в середине кипячения при температуре сусла 102 °С, хмель «Nugget»; 3-ий этап – за 10 мин до окончания кипячения при температуре сусла 102 °С, хмель «Saaz». Главное брожение проводили при температуре 8...12 °С в течение 8...10 сут., используемые дрожжи – «Saflager W34/70».

Органолептическая оценка контрольного образца характеризовалась следующим образом. Во вкусе (рис. 3, а) отмечалось наличие чистого солодового вкуса, гармонично сочетающегося с приятной хмелевой горечью. Аромат пива был представлен слабым травяным, цветочным, дрожжевым оттенками с преобладанием хмелевой и солодовой нот. В целом, органолептические показатели соответствовали типу пива и нормативно-технической документации.

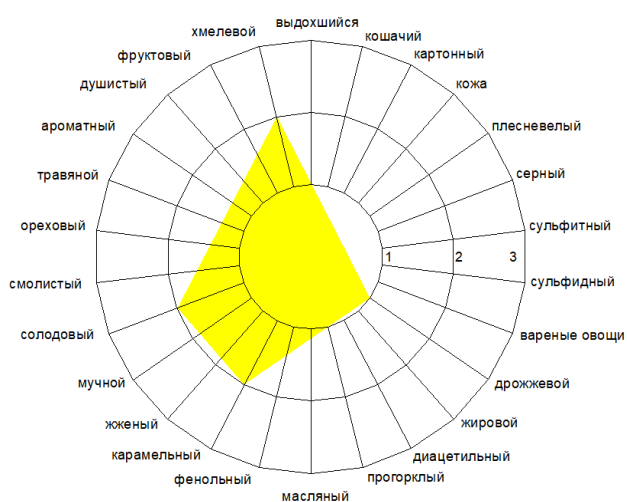
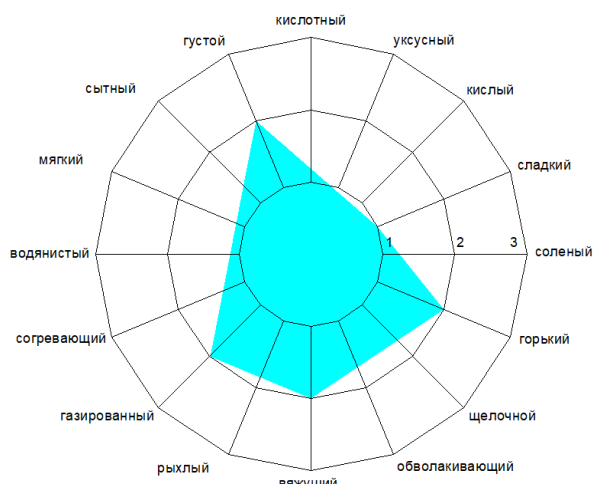
Образец № 1 приготавливали аналогично контрольному образцу и использованием дополнительного охмеления в бродильном аппарате хмелем «Citra» в количестве 10 г на 12 л его полезной вместимости. Хмель задавался в сетке-контейнере, предварительно размещаемой в бродильном аппарате до перекачки в него охлажденного сусла. Во вкусе (рис. 3, б) также отмечалось наличие чистого солодового вкуса, сочетающегося с приятной хмелевой горечью и сильно выраженными вяжущими и густыми хмелевыми нотами. Аромат пива был представлен сильно выраженными смолистым, фруктовым, цитрусовым оттенками с явным преобладанием хмелевой составляющей. Органолептические показатели также продолжали соответствовать типу пива и нормативно-технической документации.

Образец № 2 приготавливали аналогично образцу № 1 с единственным отличием в дозировке задаваемого хмеля «Citra», составляющей 20 г на 12 л полезной вместимости бродильного аппарата. Во вкусе (рис. 3, в) отмечалось наличие сильно выраженного грубого горького оттенка с присущим вяжущим тоном. Аромат пива представлен сильно выраженным смолистым, фруктовым, цитрусовым, травяным оттенками, хмелевой аромат был преобладающим и навязчивым.

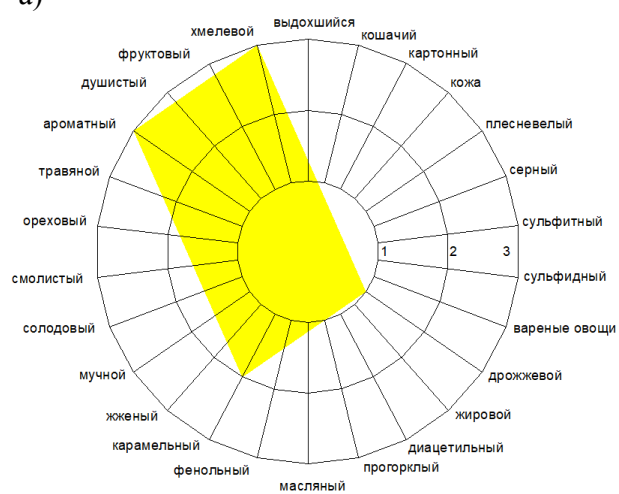
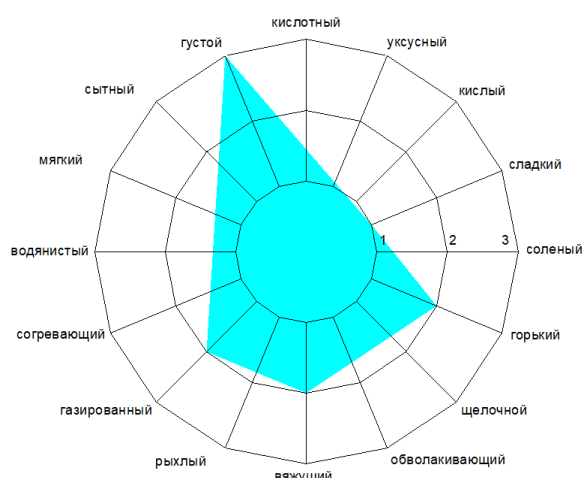
Все образцы пива имели золотистый цвет (табл. 1), с незначительной опалесценцией, наливались в бокал с небольшой малоустойчивой шапкой пены, поддерживаемой пузырьками поднимающегося углекислого газа. По вкусу и аромату контрольный образец и образец № 1 сбалансированы в целом, по вкусу, у образца № 1 выдавался цитрусовый оттенок, послевкусие – долгое, полнота вкуса – средняя, текстура – гладкая, карбонизация – средняя. У образца № 2 сильно выдавался хмелевой оттенок с долгим маслянистым послевкусием с присутствием травянистого тона. Вкус, скорее всего, не сбалансирован, полнота вкуса – средняя, текстура – маслянистая.

Таблица 1. Результаты дегустационной оценки образцов пива

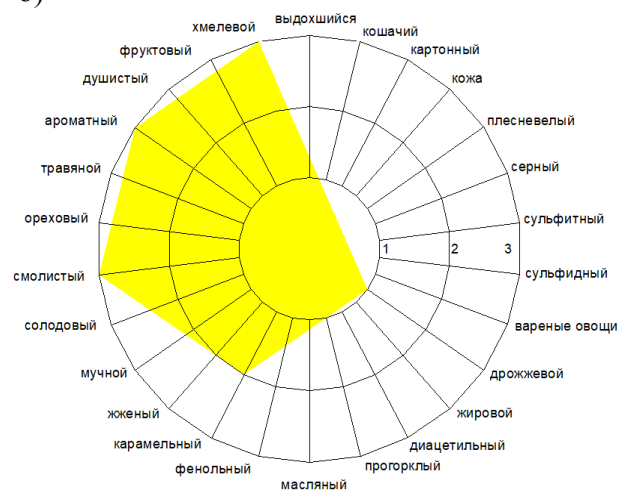
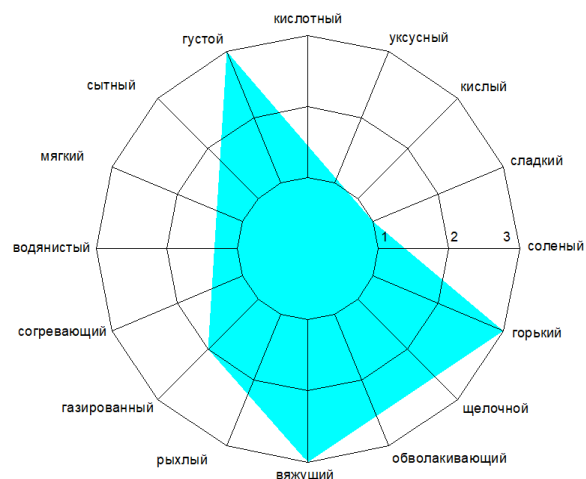
Наименование образца	Показатели качества								
	прозрачность	цвет	вкус	хмелевая горечь	аромат	пенообразование	Высота пены, мм	пеностойкость, мин	Итого, балл
Контрольный	1	3	4	5	2	4	20	3	22
Образец № 1	1	2	5	5	4	3	20	3	23
Образец № 2	1	2	3	2	4	3	20	3	18



а)



б)



в)

Рисунок 3. Профили вкуса и аромата пива:

- а) контрольный образец, охмеленный при кипячении сусли (хмель «Nugget» и «Saaz»);
 - б) образец № 1 после сухого охмеления хмелем «Citra» в количестве 10 г / 12 л;
 - в) образец № 2 после сухого охмеления хмелем «Citra» в количестве 20 г / 12 л:
- 1 – слабо выраженный; 2 – выраженный; 3 – сильно выраженный.

Также наибольшую практическую значимость представляло исследование вкусо-ароматического профиля пива, получаемого с применением динамического способа охмеления.

В качестве объекта сравнения выступал контрольный образец пива с экстрактивностью 12 %, приготовленный с использованием светлого солода «Пилснер» и карамельного солода. Охмеление также осуществлялось в суслварочном аппарате в три этапа: 1-ый этап – до кипячения при температуре суслу 96...97 °С, хмель «Nugget»; 2-ой этап – в середине кипячения при температуре суслу 102 °С, хмель «Saaz»; 3-ий этап – за 10 мин до окончания кипячения при температуре суслу 102 °С, хмель «Saaz». Главное брожение проводили при температуре 8...12 °С в течение 10...12 сут., используемые дрожжи – «Saflager W34/70», продолжительность дображивания – 40 сут.

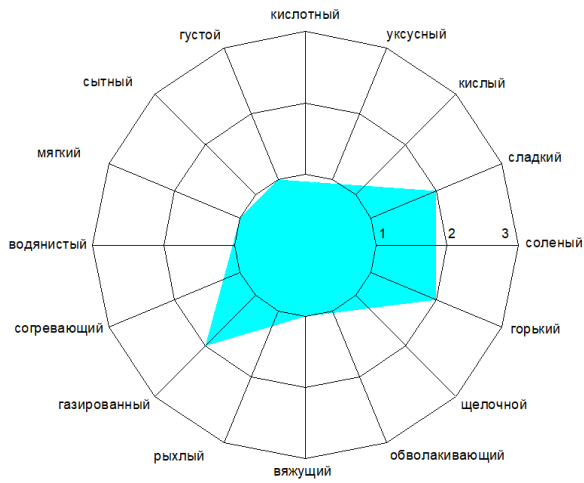
Органолептическую оценку контрольного образца можно охарактеризовать следующим образом. Во вкусе (рис. 4, а) присутствовал солодовый привкус с карамельным тоном, дополняемый сбалансированной хмелевой горечью. Аромат пива был представлен выраженными карамельными, солодовыми, травяными, фруктовыми оттенками, вызванными использованием особенностями применяемого сырья: светлого и обжаренного карамельного солода, хмеля двойного назначения «Saaz» и низовых дрожжей высокого качества. Слабо выраженный дрожжевой аромат был вызван своевременным выведением из пива обратных и избыточных дрожжей, а также дозировкой дрожжей, составляющей 40...45 г/г. В аромате отмечалось наличие хмелевого оттенка, но недостаточно выраженного, несмотря на дозировку хмеля – 1,1...1,5 г/л. По нашему мнению, потеря аромата была вызвана во время интенсивной фазы главного брожения с начальной температурой суслу 10...12 °С, во время которой ароматические вещества неизбежно терялись вместе с отводимой углекислотой. В целом, органолептические показатели контрольного образца соответствовали типу пива и нормативно-технической документации.

Образец № 1 приготавливали аналогично контрольному образцу и использованием дополнительного охмеления динамическим способом хмелем «Saaz» в количестве 5 г/л в течение 120 мин. Во вкусе (рис. 4, б) выделялся солодовый вкус с привкусом карамельного солода, соответствующий типу пива. Аромат чистый, свежий, сильно выраженный, с приятной хмелевой горечью и сильно выраженными вяжущими и густыми хмелевыми нотами, хмелевая горечь мягкая и слаженная.

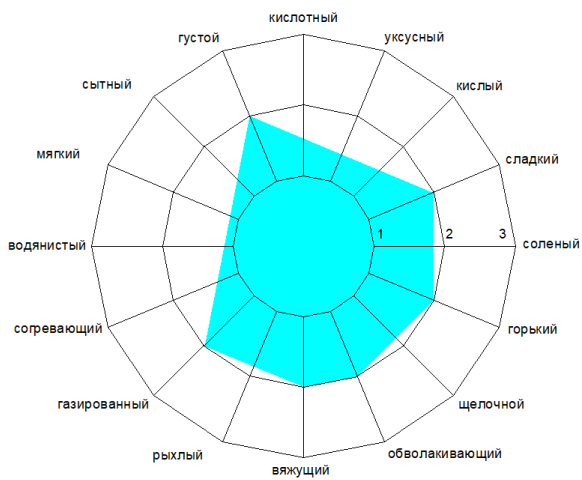
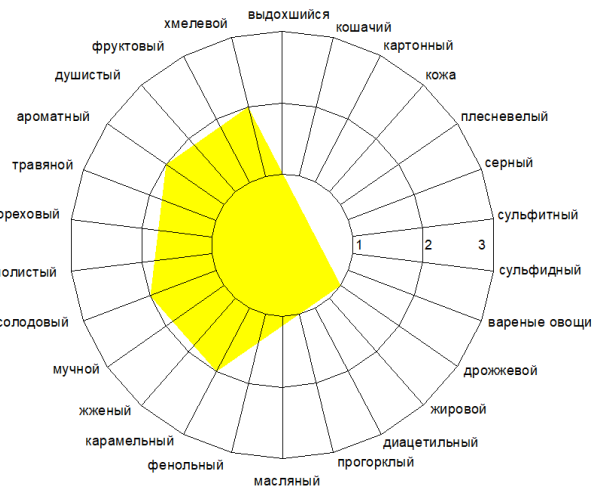
Образец № 2 приготавливали аналогично образцу № 1 с единственным отличием в дозировке вносимого хмеля «Saaz», составляющей 10 г/л в течение 120 мин. Теперь во вкусе (рис. 4, в) уже отмечалось наличие сильно выраженного грубого горького оттенка с навязчивым вяжущим тоном. Аромат сильно выраженный, хмелевая горечь не соответствовала типу пива, была очень грубой. Результаты дегустационной оценки образцов пива представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты дегустационной оценки образцов пива

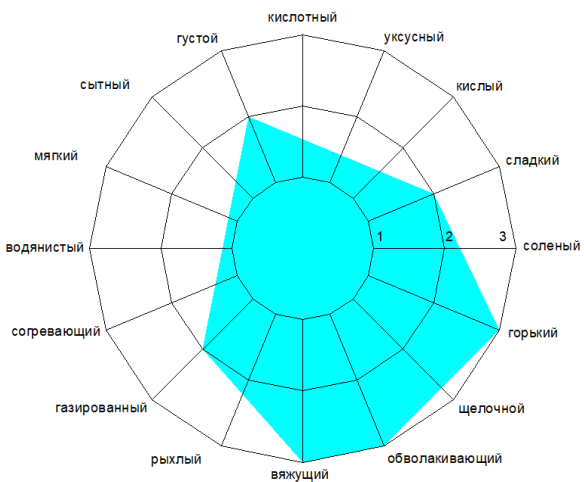
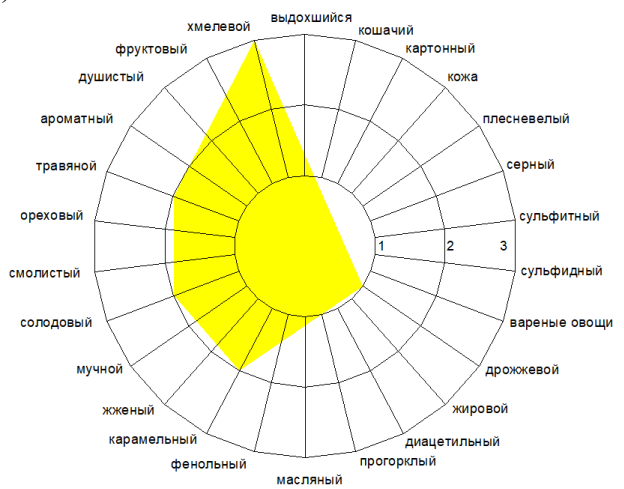
Наименование образца	Показатели качества								
	прозрачность	цвет	вкус	хмелевая горечь	аромат	пенообразование	Высота пены, мм	пеностойкость, мин	Итого, балл
Контрольный	2	3	4	4	3	4	20	3	23
Образец № 1	2	3	5	5	4	3	20	3	25
Образец № 2	2	3	3	3	4	3	18	2	20



а)



б)



в)

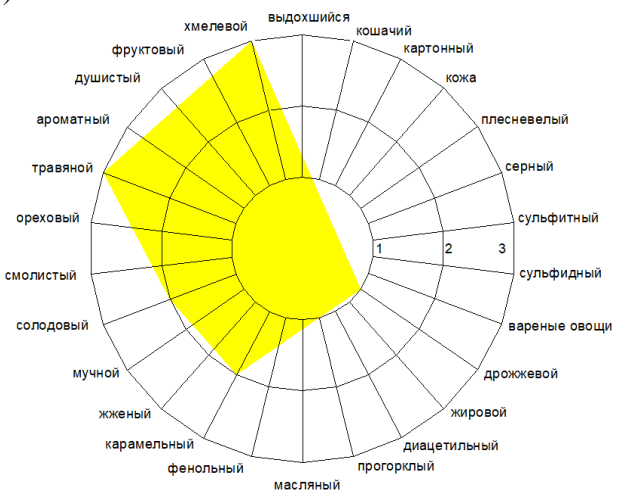


Рис. 4. Профили вкуса и аромата пива:

а) контрольный образец, охмеленный при кипячении сусли (хмель «Nugget» и «Saaz»);
 б) образец № 1 после сухого охмеления динамическим способом хмелем «Saaz» в количестве 5 г/л; в) образец № 2 после сухого охмеления динамическим способом хмелем «Saaz» в количестве 10 г/л. 1 – слабо выраженный; 2 – выраженный; 3 – сильно выраженный.

Выводы

1. Методы сухого охмеления промежуточного или готового продукта после кипячения направлены преимущественно на формирование выраженного хмелевого аромата. Хмелевая горечь, при этом, изменяется незначительно, т.к. изомеризации не происходит, но за счет извлекаемых полифенолов может существенно измениться общее восприятие данного показателя. Для данных условий при сухом охмелении в бродильном аппарате не рекомендуется превышать дозировку хмеля свыше 10 г на 12 л полезной вместимости при общей продолжительности главного брожения не более 8...10 сут. При динамическом сухом охмелении также не рекомендуется превышать дозировку хмеля более 5 г/л, а также время циркуляции более 120 мин.

2. Динамический способ охмеления пива по сравнению с внесением хмелепродуктов на стадии главного брожения является наиболее предпочтительным по причине его предсказуемого влияния на конечные показатели качества и, главным образом, на аромат. Способ легко поддается управлению за счет изменения количества вносимого хмеля, продолжительности и скорости циркуляции, величины избыточного давления.

3. Вне зависимости от выбранного способа сухого охмеления, следует отдавать предпочтение ароматным сортам хмеля с низким содержанием α -кислот (не более 6...8 %) и высокой концентрацией эфирных масел (до 3,8 %).

Список источников

1. Гернет М.В., Грибкова И.Н. Современные способы использования хмелепродуктов в пивоварении // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2020. №4. С. 34-42.
2. Грибкова И.Н., Борисенко О.А. Влияние соединений хмеля на формирование органолептических показателей пива при «холодном» способе охмеления // *Пиво и напитки*. 2021. №1. С. 30-35.
3. Гернет М.В., Грибкова И.Н., Борисенко О.А., Захаров М.А., Захарова В.А. Исследование миграции полифенолов хмеля в технологии пива при различных способах охмеления // *Техника и технология пищевых производств*. 2021. №3. С. 628-638.
4. Матвеева Н.А., Титов А.А. Выбор сорта хмеля для технологии сухого охмеления // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*. 2014. № 4. С. 120-125.
5. Матвеева Н.А., Титов А.А. Применение технологии сухого охмеления в пивоварении // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*. 2015. №1. С. 111-118.
6. Новикова И.В., Рукавицын П.В., Муравьев А.С. Оптимизация технологических параметров процесса сухого охмеления с разработкой методики интегральной оценки качества пива // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2021. №3. С. 163-172.
7. Оценка эффективности современного способа экстракции хмеля в пивоваренной промышленности с применением специализированного оборудования. Федоренко Б.Н., Орлов И.А., Каледин И.М., Скоморохов Н.С. // *Health, Food & Biotechnology*. 2020. №3. С. 57-66.
8. Тишин В. Б., Кондратьев Д.В. Процесс кипячения и охмеления пивного сусла с газлифтной циркуляцией // *Пиво и напитки*. 2006. №6. С. 8 – 9.
9. Федоренко Б. Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 998 с.
10. Христюк А.В., Касьянов Г.И. Хмель в пивоварении // *Пиво и напитки*. 2007. № 1. С. 10-12.
11. Analysis of beer hopped with hop pellets previously used to dry-hop a beer. Gasińska A., Kawa-Rygielska J., Paszkota J., Pietrzaka W., Śniegowska J., Szumnyb A. // *LWT*. Vol. 159, 1 April 2022. P. 113186.

12. Donaldson B. A., Bamforth C. W., Heymann H. Sensory Descriptive Analysis and Free-Choice Profiling of Thirteen Hop Varieties as Whole Cones and After Dry Hopping of Beer // *Cerevisia*. Vol. 38. Issue 2. July 2013. P. 56.

13. Effect of dry hopping on the oxidative stability of beer / Hrabiaa O., Ditrychbc M., Cioseka A., Fularaa K., Andersenc M. L., Poredaa A. // *Food Chemistry*. Vol. 394. 15 November 2022. P. 133480.

14. Impact of harvest maturity on the aroma characteristics and chemistry of Cascade hops used for dry-hopping / Lafontainea S., Varnumb S., Rolandc A., Delpechc S., Daganc L., Vollmera D., Kishimotod T., Shellhammera T. // *Food Chemistry*. Vol. 278. 25 April 2019. Pp. 228-239.

15. Perceived bitterness character of beer in relation to hop variety and the impact of hop aroma / Oladokun O., James S., Cowley T., Dehrmann F., Smart K., Hort J., Cook D. // *Food Chemistry*. Vol. 230. 1 September 2017. Pp. 215-224.

References

1. Gernet M.V., Gribkova I.N. Modern methods of using hop products in brewing. Storage and processing of agricultural raw materials, 2020, no. 4, pp. 34-42.

2. Gribkova I.N., Borisenko O.A. Influence of hop compounds on the formation of organoleptic characteristics of beer with the «cold» method of hopping. *Beer and drinks*, 2021, no. 1, pp. 30-35.

3. Study of the migration of hop polyphenols in beer technology with different hopping methods. Gernet M.V., Gribkova I.N., Borisenko O.A., Zakharov M.A., Zakharova V.A. *Technology and technology of food production*, 2021, no. 3, pp. 628-638.

4. Matveeva N.A., Titov A.A. Selection of hop varieties for dry hopping technology. *Scientific journal of NRU ITMO. Series «Processes and apparatus of food production»*, 2014, no. 4, pp. 120-125.

5. Matveeva N.A., Titov A.A. Application of dry hopping technology in brewing. *Scientific journal of NRU ITMO. Series «Processes and apparatus of food production»*, 2015, no. 1, pp. 111-118.

6. Novikova I.V., Rukavitsyn P.V., Muravyov A.S. Optimization of technological parameters of the dry hopping process with the development of a methodology for integral assessment of beer quality. *Storage and processing of agricultural raw materials*, 2021, no. 3, pp. 163-172.

7. Assessing the effectiveness of a modern method of hop extraction in the brewing industry using specialized equipment. Fedorenko B.N., Orlov I.A., Kaledin I.M., Skomorokhov N.S. *Health, Food & Biotechnology*, 2020, no. 3, pp. 57-66.

8. Tishin V.B., Kondratyev D.V. The process of boiling and hopping beer wort with gas-lift circulation. *Beer and drinks*, 2006, no. 6, pp. 8-9.

9. Fedorenko B.N. *Brewing engineering: technological equipment of the industry*. St. Petersburg: Profession, 2009. 998 p.

10. Khristyuk A.V., Kasyanov G.I. Hops in brewing. *Beer and drinks*, 2007, no. 1, pp. 10-12.

11. Analysis of beer hopped with hop pellets previously used to dry-hop a beer. Gasińska A., Kawa-Rygielska J., Paszkota J., Pietrzaka W., Śniegowska J., Szumnyb A. *LWT*, vol. 159, 1 April 2022, p. 113186.

12. Donaldson B. A., Bamforth C. W., Heymann H. Sensory Descriptive Analysis and Free-Choice Profiling of Thirteen Hop Varieties as Whole Cones and After Dry Hopping of Beer. *Cerevisia*, vol. 38, issue 2, July 2013, p. 56.

13. Effect of dry hopping on the oxidative stability of beer. Hrabiaa O., Ditrychbc M., Cioseka A., Fularaa K., Andersenc M. L., Poredaa A. *Food Chemistry*, vol. 394, 15 November 2022, p. 133480.

14. Impact of harvest maturity on the aroma characteristics and chemistry of Cascade hops used for dry-hopping. Lafontainea S., Varnumb S., Rolandc A., Delpechc S., Daganc L., Vollmera D., Kishimotod T., Shellhammera T. *Food Chemistry*, vol. 278, 25 April 2019, pp. 228-239.

15. Perceived bitterness character of beer in relation to hop variety and the impact of hop aroma. Oladokun O., James S., Cowley T., Dehrmann F., Smart K., Hort J., Cook D. Food Chemistry, vol. 230, 1 September 2017, pp. 215-224.

Информация об авторах

А.И. Ключников – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии виноделия, броидильных производств и химии им. Г. Г. Агабальянца.

Information about the authors

A.I. Klyuchnikov – Doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of winemaking technology, fermentation and chemistry named after G. G. Agabalyants.

Научная статья
УДК 664.681.2
DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-54-61

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОСОБЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ

Пьяникова Эльвира Анатольевна^{1✉}, *Ковалева Анна Евгеньевна*²,
*Рязанцева Анастасия Сергеевна*³, *Колесник Дмитрий Владимирович*⁴
^{1,2,3}Юго-Западный государственный университет, Курская область, Курск, Россия
⁴Курский ГАУ, Курская область, Курск, Россия
¹alia1969@yandex.ru ✉
²a.e.kovaleva@yandex.ru
³an.ryazantseva2016@yandex.ru
⁴dmitriy.kolesnik20001@mail.ru

Аннотация: Мучные кондитерские изделия являются популярным продуктом питания среди различных слоев населения, но многим потребителям они не подходят ввиду пищевых ограничений по ряду заболеваний (целиакия, ожирение, сахарный диабет и др.) и высокой энергетической ценности. Данная статья посвящена исследованию качества бисквитных полуфабрикатов, в которых осуществлена полная замена пшеничной муки овсяной и миндальной, яиц – на аквафалу, сахара – на сахарозаменитель «Эритрит». В ходе исследований были разработаны три рецептуры бисквитных полуфабрикатов с разным соотношением муки овсяной и миндальной. Установлено, что оптимальным соотношением этих видов муки является 13:8. Исследование органолептических показателей разработанных образцов бисквитных полуфабрикатов проводили с использованием экспертной оценки и вкусовых дескрипторов. По результатам оценки органолептических показателей образец с соотношением овсяной и миндальной муки 13:8 обладал сбалансированным составом и вкусом. Исследование физико-химических показателей качества подтвердило высокое качество разработанных образцов. С учетом используемых в рецептуре ингредиентов полученный продукт можно рекомендовать людям с особыми потребностями (для веганов, страдающих аллергическими реакциями на глютен и яичные продукты, больным сахарным диабетом и людям, ведущим здоровый образ жизни).

Ключевые слова: бисквитный полуфабрикат, оценка качества, органолептические и физико-химические показатели, дескрипторы

Для цитирования: Оценка качества бисквитных полуфабрикатов для людей с особыми потребностями / Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Рязанцева А.С., Колесник Д.В. // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 54-61. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-54-61>.

Original article

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF BISCUIT SEMI-FINISHED PRODUCTS FOR PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS

Elvira A. Pyanikova^{1✉}, *Anna E. Kovaleva*²,
*Anastasia S. Ryazantseva*³, *Dmitry V. Kolesnik*⁴
^{1,2,3}Southwestern State University, Kursk Region, Kursk, Russia
⁴Kursk State University, Kursk region, Kursk, Russia
¹alia1969@yandex.ru ✉
²a.e.kovaleva@yandex.ru
³an.ryazantseva2016@yandex.ru
⁴dmitriy.kolesnik20001@mail.ru

Abstract. Flour confectionery products are a popular food product among various segments of the population, but they are not suitable for many consumers due to food restrictions for a number of diseases

(celiac disease, obesity, diabetes mellitus, etc.) and high energy value. This article is devoted to the study of the quality of biscuit semi-finished products, in which the complete replacement of oat and almond wheat flour, eggs with aquafaba, sugar with the Erythritol sweetener was carried out. During the research, three formulations of semi-finished biscuit products with different ratios of oatmeal and almond flour were developed. It is established that the optimal ratio of these types of flour is 13:8. The study of organoleptic parameters of the developed samples of biscuit semi-finished products was carried out using expert assessment and taste descriptors. According to the results of the assessment of organoleptic parameters, the sample with a ratio of oatmeal and almond flour 13:8 had a balanced composition and taste. The study of physico-chemical quality indicators confirmed the high quality of the developed samples. Taking into account the ingredients used in the formulation, the resulting product can be recommended to people with special needs (for vegans suffering from allergic reactions to gluten and egg products, diabetics and people leading a healthy lifestyle).

Keywords: *biscuit semi-finished product, quality assessment, organoleptic and physico-chemical parameters, descriptors*

For citation: *Assessment of the quality of biscuit semi-finished products for people with special needs. Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Ryazantseva A.S., Kolesnik D.V. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 1(31), pp. 54-61. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-54-61>.*

Введение

В питании человека сырье растительного происхождения играет незаменимую роль и веками использовалось в качестве источников питания для удовлетворения социальных и личных потребностей. Мучные кондитерские изделия, в том числе бисквитные, пользуются неизменным спросом среди населения. Основным недостатком этой группы изделий в том, что они несут большую нагрузку на организм человека из-за значительного содержания сахара (35,5 % от массы продукта). Кроме того, пшеничная мука в/с, применяемая для бисквитных изделий, имеет низкую биологическую ценность [1].

Во многих странах основными продуктами, присутствующими в ежедневном рационе, являются злаковые культуры. Одной из таких культур является овес и продукты его переработки (овсяные хлопья, овсяная мука). Овсяная мука содержит сбалансированный белок и является источником растворимого β -глюкана, ненасыщенных жирных кислот и минералов, которые крайне необходимы для улучшения здоровья человека [9].

Овсяная мука отличается, в сравнении с пшеничной мукой, низким гликемическим индексом (45 единиц) и может быть использована для приготовления мучных кондитерских изделий для людей с непереносимостью глютена.

Миндальная мука представляет собой тщательно перемолотый миндальный орех. В её составе преобладают жиры (50 %), достаточно высокое содержание белков (20%) и углеводов (20%), а также витаминов [4].

В миндальной муке отсутствует глютен, так как орехи от природы не содержат клейковину, и холестерин, поэтому миндаль безопасен для сердца и сосудов, несмотря на высокое содержание жиров. Гликемический индекс миндальной муки достаточно низкий и составляет 25 единиц, по сравнению с показателем у пшеничной муки в 85 единиц. Бисквитный полуфабрикат с миндальной мукой становится мягким, приобретает приятный орехово-сладкий вкус и аромат, создавая привкус яиц и масла.

Рост пищевой аллергии и увлечение людей вегетарианскими и веганскими диетами приводят к разработке продуктов питания, в которых яйца заменяются на растительные ингредиенты с более низким содержанием аллергенов [6].

Замена яиц всегда была проблемой для пищевой промышленности, главным образом в пекарнях, поскольку это влечет за собой потерю эмульгирующих и коагулирующих свойств. В бисквитах осуществить замену еще сложнее, поскольку это оказывает отрицательное влияние на вкусовые свойства и внешний вид готового изделия [5]. Для частичной и полной замены яиц в бисквитных изделиях предлагается использовать различные ингредиенты растительного происхождения [10].

Аквафаба - это вязкая жидкость, получаемая в процессе варки бобовых культур в воде. Ее используют в качестве замены яиц в хлебобулочных и мучных кондитерских изделиях из-за ее эмульгирующих и пенообразующих свойств и наличия питательных веществ [8].

Аквафаба в сочетании с другими ингредиентами может оказывать благоприятное воздействие на текстурные свойства мучных кондитерских изделий, таких как торты и бисквиты, улучшая распределение воздуха внутри и межфазное натяжение [10].

К наиболее приемлемым сахарозаменителям при производстве мучных кондитерских изделий, непосредственно бисквитных полуфабрикатов, относится «Эритрит». Он обладает достаточной сладостью (70% сладости сахарозы), состоит из натурального сырья крахмало-содержащих растений и содержится в груше, винограде и дыне, его калорийность составляет 0-0,2 ккал на 100 г. Сахарозаменитель рекомендован к употреблению людям, страдающим от таких заболеваний, как сахарный диабет и ожирение.

В процессе выпекания редуцирующие сахара, которых в бисквитном тесте содержится 10-20%, соединяются с аминокислотами и способствуют образованию цвета у мучного кондитерского изделия [7].

Целью настоящего исследования являлась оценка качества разработанных образцов бисквитных полуфабрикатов для людей с особыми потребностями (веганов, страдающих аллергическими реакциями на глютен и яичные продукты, больных сахарным диабетом и людям, ведущим здоровый образ жизни).

Материалы и методы исследований

Разработка рецептуры нового вида бисквитного полуфабриката проводилась в 2023 г. на базе кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет». Для исследования возможности замены классических ингредиентов бисквита на альтернативные были разработаны и выпечены несколько образцов бисквитного полуфабриката. За основу (контрольный образец) был взят классический бисквит.

Так мука пшеничная заменялась на смесь из овсяной муки, миндальной муки и разрыхлителя, сахар – на сахарозаменитель «Эритрит», а яйца – на порошок аквафабы из гороха (аквафабу). Также в рецептуру внесено небольшое количество соли для стабилизации взбитой аквафабы. Рецептуры разработанных образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рецептуры разработанных образцов бисквитного полуфабриката

Название компонента	Контрольный образец	Образцы с заменой яиц на аквафабу, сахара на сахарозаменитель «Эритрит», пшеничной муки на смесь овсяной и миндальной в соотношении		
		8:13	15:7	13:8
Мука пшеничная, г	160	-	-	-
Сахар, г	160	-	-	-
Яйцо куриное, г	280	-	-	-
Порошок аквафабы из гороха (аквафаба), г	-	100	100	100
Сахарозаменитель «Эритрит», г	-	40	30	40
Мука овсяная, г	-	40	75	65
Мука миндальная, г	-	65	35	40
Соль пищевая, г	-	0,5	0,5	0,5
Разрыхлитель, г	-	2	2	2
Вода питьевая, г	-	По расчету		

По органолептическим и физико-химическим показателям бисквитные полуфабрикаты должны соответствовать требованиям ГОСТ 14621-78. Для оценивания органолептических показателей качества бисквитных полуфабрикатов была использована балльная шкала [2] с распределением коэффициентов весомости по каждому показателю.

Исследования физико-химических показателей выполнены на базе инновационного научно-исследовательского центра коллективного пользования ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ» и кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»: массовая доля влаги определялась по ГОСТ 5900-2014; массовая доля общего сахара (по сахарозе) в пересчете на сухое вещество – по ГОСТ 5903-89; массовая доля жира, в пересчете на сухое вещество – по ГОСТ 5899-85; массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте - по ГОСТ 5901-2014.

Результаты исследований и их обсуждение

Для проведения органолептической оценки были взяты разработанные образцы и контрольный образец. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты экспертной оценки органолептических показателей качества бисквитного полуфабриката

Показатели качества	Коэффициент весомости	Контрольный образец		Образцы с заменой яиц на аквафабу, сахара на сахарозаменитель «Эритрит», пшеничной муки на смесь овсяной и миндальной в соотношении					
				8:13		15:7		13:8	
		балл	отн. ед.	балл	отн. ед.	балл	отн. ед.	балл	отн. ед.
Внешний вид	0,2	5	1	2,6	0,52	3,7	0,74	4,8	0,96
Вид в разрезе	0,1	4,7	0,47	2,6	0,26	4	0,4	5	0,5
Консистенция	0,1	5	0,5	2,8	0,28	4,5	0,45	4,7	0,47
Поверхность	0,1	5	0,5	3	0,3	3,7	0,37	4,7	0,47
Вкус	0,3	4,8	1,44	3,6	1,08	4,5	1,35	4,8	1,44
Запах	0,2	5	1	4	0,8	5	1	5	1
Итого	1	29,5	4,91	18,6	3,24	25,4	3,31	29	4,84

Из данных, полученных в ходе исследования с использованием балльной оценки, установлено, что наилучшим из разработанных образцов является образец с заменой пшеничной муки на смесь овсяной и миндальной в соотношении 13:8. Образцы с заменой пшеничной муки на смесь овсяной и миндальной в соотношении 8:13 и 15:7 уступают контрольному образцу по 1,6 и 1,53 ед. соответственно. Это свидетельствует о том, что данные образцы имеют низкие органолептические показатели качества.

Образец бисквитного полуфабриката с заменой пшеничной муки на смесь овсяной и миндальной в соотношении 13:8 получил высокие оценки по органолептическим показателям и уступил контрольному образцу лишь 0,07 ед. Он имел хороший внешний вид, поверхность без надрывов, приятные запах и вкус.

При разработке нового вида бисквитного полуфабриката был использован количественный описательный метод, называемый профильным, когда каждый из органолептических показателей (вкус, цвет, запах) представляют в виде совокупности составляющих, называемых дескрипторами.

Для разрабатываемых бисквитных полуфабрикатов для людей с особыми потребностями были выявлены дескрипторы, которые позволили оценить их по видам, по интенсивности и порядку проявления запахов.

Для выбора дескрипторов продукцию оценивала комиссия из 5 специалистов, обученных распознавать сенсорные характеристики и количественно оценивать интенсивность дескрипторов, имеющих низкие индивидуальные пороги чувствительности.

Для оценки органолептических показателей опытных и контрольного образцов бисквитного полуфабриката была разработана шкала интенсивности дескрипторов [3]. Приготовленные образцы бисквитного полуфабриката рассматривались по дескрипторам, формирующим восприятие продукта и характеризующим ожидания потребителей и возможные ароматы.

Дегустация образцов бисквитного полуфабриката экспертами по выявленным дескрипторам позволила получить следующие усредненные результаты, представленные в таблице 3.

Таблица 3. Усредненные результаты оценки по дескрипторам

Дескриптор	Оценка, балл по вариантам образцов			
	Контрольный образец	Образцы с заменой яиц на аквафабу, сахара на сахарозаменитель «Эритрит», смесь овсяной и миндальной муки в соотношении		
		8:13	15:7	13:8
Пшеничный	9	0	0	0
Овсяный	0	5	9	9
Миндальный	0	8	5	7
Гороховый	0	3	3	3
Яичный	6	0	0	0

В контрольном образце присутствовал интенсивно выраженный приятный пшеничный вкус, неярко выраженный яичный привкус.

У образца с заменой пшеничной муки овсяной и миндальной в соотношении 8:13 ярко выраженный ореховый вкус, приятный овсяной привкус, еле уловимый гороховый привкус.

В образце с заменой пшеничной муки овсяной и миндальной в соотношении 15:7 присутствует интенсивный вкус овсяной муки, так как она преобладает в рецептуре, приятный миндальный привкус, едва уловимые нотки горохового привкуса.

В образце с заменой пшеничной муки овсяной и миндальной в соотношении 13:8 был отмечен интенсивно выраженный овсяной вкус и ярко выраженный ореховый вкус. Это обусловлено их содержанием в рецептуре, что в совокупности давало сбалансированный вкус полуфабрикату. Гороховый вкус был едва уловим благодаря тому, что аквафаба сама по себе не имеет ярко выраженного вкуса и запаха.

По результатам всех органолептических исследований лучшим образцом оказался образец с заменой овсяной и миндальной муки в соотношении 13:8, он обладал сбалансированным составом и вкусом.

Качество готовых бисквитных полуфабрикатов оценивали по следующим физико-химическим показателям: влажность, массовая доля общего сахара, массовая доля жира, массовая доля золы. В начале исследований была определена влажность бисквитных полуфабрикатов. Этот показатель в значительной степени определяет качество бисквитных полуфабрикатов и как следствие, качество готовых кондитерских изделий, собранных на их основе.

Физико-химический показатель «влажность» изделий, определенный стандартным методом, у всех образцов соответствовал значениям, допустимым данному виду изделий и особенностям рецептур. Контрольный образец имел наибольшую влажность 32%, влажность разработанных образцов несколько ниже:

- у образца с заменой овсяной и миндальной муки в соотношении 8:13 – 11,8%;
- у образца с заменой овсяной и миндальной муки в соотношении 15:7 – 13,2%;
- у образца с заменой овсяной и миндальной муки в соотношении 13:8 – 15,6%.

Но, тем не менее, в соответствии с нормативными значениями на данный вид продук-

ции результаты всех разработанных образцов находятся в пределах нормы. Дальнейшие дополнительные исследования были произведены для образца с заменой овсяной и миндальной муки в соотношении 13:8, так как он был выбран лучшим из всех разработанных (рисунок 1).

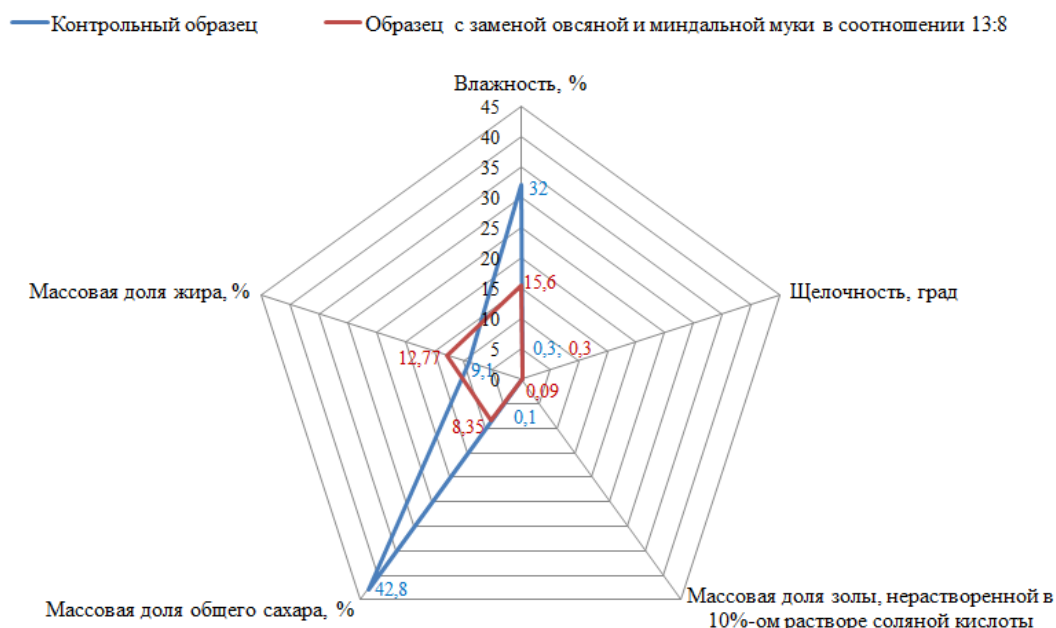


Рисунок 1. Результаты физико-химических показателей бисквитных полуфабрикатов

По результатам исследования физико-химические показатели контрольного образца и бисквитного полуфабриката с заменой пшеничной муки овсяной и миндальной мукой в соотношении 13:8 находятся в пределах нормы для данного вида мучных кондитерских изделий.

Выводы

1. Исследования показали, что для получения бисквитных полуфабрикатов с высокими показателями качества с заменой пшеничной муки смесью овсяной и миндальной муки оптимальным соотношением является 13:8 соответственно.

2. Подобранный сахарозаменитель «Эритрит» позволяет получить бисквитный полуфабрикат с приятным сладким вкусом и цветом корочки и мякиша, свойственным бисквитным полуфабрикатам с сахаром.

3. Исследование физико-химических показателей разработанного образца бисквитного полуфабриката с заменой пшеничной муки смесью овсяной и миндальной в соотношении 13:8 показало, что массовая доля жира составила 12,77%, влажность - 15,6%, массовая доля общего сахара - 8,35% и массовая доля золы - 0,09%. Полученные данные находятся в пределах, допустимых действующим стандартом.

4. Применение в рецептуре бисквитных полуфабрикатов аквафабы из гороха обеспечивает стойкость взбитой пены, так же, как при взбивании яиц с сахаром, что сказывается на подъемной способности готового изделия.

5. Полная замена пшеничной муки смесью овсяной и миндальной муки, яиц на аквафабу, сахара на сахарозаменитель «Эритрит» позволяет получить бисквитный полуфабрикат для людей с особыми потребностями (веганов, страдающих аллергическими реакциями на глютен и яичные продукты, больных сахарным диабетом и людей, ведущих здоровый образ жизни) с высокими органолептическими и физико-химическими показателями качества.

Список источников

1. Божко С.Д. и др. Обзор разработок изделий из бисквитного теста специального назначения / С.Д. Божко, А.Н. Чернышова, Т.А. Ершова, А.С. Серженко // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 3(29). С. 43-52.
2. Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е. Разработка рецептуры и оценка потребительских свойств обогащенных бисквитных полуфабрикатов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2017. № 3 (44). С. 66-70.
3. Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Пыхтин А.И. Разработка шкалы интенсивности дескрипторов для органолептической оценки «Брауни» // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 8. С. 92-96.
4. Скорбина Е.А. и др. Оптимизация состава безглютеновой смеси для хлебопечения / Е.А. Скорбина, И.А. Трубина, О.В. Сычева, С.М. Лаптев // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022. № 3. С. 193-199.
5. Agrahar-Murugkar D., Zaidi A., Kotwaliwale N., Gupta C. Effect of egg-replacer and composite flour on physical properties, color, texture and rheology, nutritional and sensory profile of cakes // Journal of Food Quality. 2016. No. 39 (5). Pp. 425-435.
6. Alsalman F.B., Tulbek M., Nickerson M., Ramaswamy H.S. Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba // Legume Science. 2020. No. 2 (2). Pp. 1-15.
7. Arepally D., Reddy R.S., Goswami T.K., Datta Ashis K. Biscuit baking: A review // LWT. 2020. No. 131. P. 109726.
8. Buhl T.F., Christensen C.H., Hammershøj M. Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: Protein composition and functional behavior // Food Hydrocolloids. 2019. No. 96. Pp. 354-364.
9. He Ch., Zheng J., Liu F., Woo M.W., Xiong H., Zhao Q. Fabrication and characterization of oat flour processed by different methods // Journal of Cereal Science. 2020. No. 96. P. 103123.
10. Mustafa R., He Y., Shim Y.Y., Reaney M.J.T. Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake // International Journal of Food Science and Technology. 2018. No. 53 (10). Pp. 2247-2255.

References

1. Bozhko S.D. et al. Review of developments of products made of special-purpose biscuit dough. S.D. Bozhko, A.N. Chernyshova, T.A. Ershova, A.S. Sergenko. Technologies of food and processing industry of agroindustrial complex – healthy food products, 2019, no. 3(29), pp. 43-52.
2. Pryanikova E.A., Kovaleva A.E. Development formulations and evaluation of consumer properties of enriched biscuit semi-finished products. Technology and commodity science of innovative food products, 2017, no. 3 (44), pp. 66-70.
3. Pryanikova E.A., Kovaleva A.E., Pykhtin A.I. Development of the intensity scale of descriptors for the organoleptic assessment of «Brownie». Achievements of science and technology AIK, 2022, vol. 36, no. 8, pp. 92-96.
4. Sorrows on E.A. et al. Optimization of the composition of a gluten-free mixture for baking. E.A. Skorbina, I.A. Trubina, O.V. Sycheva, S.M. Laptev. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products, 2022, no. 3, pp. 193-199.
5. Agrahar-Murugkar D., Zaidi A., Kotwaliwale N., Gupta C. Effect of egg-replacer and composite flour on physical properties, color, texture and rheology, nutritional and sensory profile of cakes. Journal of Food Quality, 2016, no. 39 (5), pp. 425-435.
6. Alsalman F.B., Tulbek M., Nickerson M., Ramaswamy H.S. Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba. Legume Science, 2020, no. 2 (2), pp. 1-15.

7. Arepally D., Reddy R.S., Goswami T.K., Datta Ashis K. Biscuit baking: A review. LWT, 2020, no. 131, P. 109726.
8. Buhl T.F., Christensen C.H., Hammershøj M. Aquafaba as an egg white substitute in food foams and emulsions: Protein composition and functional behavior. Food Hydrocolloids, 2019, no. 96, pp. 354-364.
9. He Ch., Zheng J., Liu F., Woo M.W., Xiong H., Zhao Q. Fabrication and characterization of oat flour processed by different methods. Journal of Cereal Science, 2020, no. 96, p. 103123.
10. Mustafa R., He Y., Shim Y.Y., Reaney M.J.T. Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. International Journal of Food Science and Technology, 2018, no. 53 (10), pp. 2247-2255.

Информация об авторах

Э.А. Пьяникова – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой товароведения, технологии и экспертизы товаров;

А.Е. Ковалева – кандидат химических наук, доцент кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров;

А.С. Рязанцева – магистрант;

Д.В. Колесник – студент.

Information about the authors

E.A. Pyanikova – Candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of commodity science, technology and expertise of goods;

A.E. Kovaleva – Candidate of chemical sciences, associate professor of the department of commodity science, technology and expertise of goods;

A.S. Ryazantseva – Undergraduate student;

D.V. Kolesnik – Student.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Научная статья

УДК 634.1.076: 631.4

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-62-68

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ЯБЛОНИ ОТ СТЕПЕНИ ОГЛЕЕНИЯ ЧЕРНОЗЁМА ОПОДЗОЛЕННОГО

Захаров Вячеслав Леонидович^{1✉}

¹Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Липецкая область, Елец, Россия

¹zaxarov7979@mail.ru[✉]

Аннотация. Исследования проводились в Липецкой области в плодоносящих яблоневых садах на сильнорослом семенном подвое. В пределах одного хозяйства найдено и изучено три разновидности чернозёма оподзоленного. Рассмотрены их морфологические свойства, которые выявляют у них разную степень оглеения. Гранулометрический состав почв объясняет различия в степени оглеения. В гумусовом горизонте чернозёма оподзоленного без признаков оглеения обнаружено в 2 раза больше физического песка, чем в почвах с признаками оглеения. В материнской породе (С) чернозёма оподзоленного, не имеющего признаков оглеения, содержалось в 2 раза больше физического песка, чем в самом оглеенном его аналоге. Материнская порода (С) слабооглеенного чернозёма оподзоленного по содержанию физического песка занимала промежуточное положение. Преобладающей фракцией физического песка в профиле чернозёма оподзоленного являлся мелкий песок (0,25-0,05 мм). Чем больше физического песка содержится в почвообразующей породе, тем слабее развито оглеение этого горизонта. С возрастанием степени оглеения чернозёма оподзоленного снижается урожайность яблони на семенном подвое.

Ключевые слова: яблоня, чернозём, урожайность, физический песок, оглеение

Для цитирования: Захаров В.Л. Зависимость урожайности яблони от степени оглеения чернозёма оподзоленного // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 62-68. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-31-62-68>.

Original article

DEPENDENCE OF THE YIELD OF APPLE TREES ON THE DEGREE OF GLUING OF PODZOLIZED CHERNOZEM

Vyacheslav L. Zakharov^{1✉}

¹Bunin Yelets State University, Lipetsk region, Yelets, Russia

¹zaxarov7979@mail.ru[✉]

Abstract. The research was carried out in the Lipetsk region in fruit-bearing apple orchards on a strong-growing seed stock. 3 varieties of podzolized chernozem have been found and studied within one farm. Their morphological properties are considered, which reveal their different degrees of gluing. The granulometric composition of soils explains the differences in the degree of gluing. In the humus horizon of the podzolized chernozem without signs of gluing, 2 times more physical sand was found than in soils with signs of gluing. The parent rock (C) of the podzolized chernozem, which has no signs of gluing, contained 2 times more physical sand than in its most peeled counterpart. The parent rock (C) of weakly frozen chernozem, podzolized in terms of the content of physical sand, occupied an intermediate position. The predominant fraction of physical sand in the profile of the podzolized chernozem was fine sand (0.25-0.05 mm). The more physical sand is contained in the soil-forming rock, the less developed the gluing of this horizon. With an increase in the degree of peeling of podzolized chernozem, the yield of apple trees on the seed stock decreases.

Keywords: *apple tree, chernozem, yield, physical sand, gluing*

For citation: *Zakharov V.L. Dependence of the yield of apple trees on the degree of gluing of podzolized chernozem // Agro-industrial technologies of Central Russia. 2023. No 1(31). pp. 62-68. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-31-62-68>.*

Введение

В научной литературе рассмотрено влияние на урожайность яблони влагоёмкости почвы [12], содержания в ней структурных агрегатов [16], азота, фосфора, калия, кальция, магния, натрия, алюминия, кремния и железа [6], электропроводности почвы. Однако в литературе всё ещё недостаточно сведений о роли остальных почвенных факторов. Известно, что при переувлажнении у яблони на листьях появляются некрозы, затем листья вообще могут опадать и рост побегов приостанавливается [8]. Меняется относительное содержание хлорофилла и его максимальная фотохимическая активность [20], нарушается процесс карбоксилирования и меняется устьичная проводимость [11]. На примере сорта Голден Делишес на подвое М9 установлено, что при переувлажнении корней у деревьев меняется распределение сухих веществ и углеводов [13]. В Северном Китае на лёссовых почвах вред засухи для яблони изучен намного лучше, чем от переувлажнения [7]. В этом регионе установлено, что деревья яблони на подвое G202 и G214 показали сходные уровни чувствительности с деревьями, привитыми на подвое М9, тогда как деревья на подвое CG4814 были более устойчивы к затоплению, чем деревья М26, а деревья на подвоях G11, G935 и CG5087 показали устойчивость к заболачиванию, сравнимую с деревьями М26 [9]. В Бразилии искусственному переувлажнению в течение 19 недель также подвергали ряд подвоев яблони. Были выделены подвои G.202 и G.814, как самые устойчивые, способные образовывать дополнительные придаточные корни [14]. Ещё одним инструментом адаптации к переувлажнению у яблони является образование слоя аэренхимы в коре корней [17]. По другим сведениям к переувлажнению была устойчива сорто-подвойная комбинация Гренни Смит на MM115 [10]. С помощью подвоя G41 открыта даже группа генов (WRKY), отвечающая за устойчивость к переувлажнению яблони [15]. Переувлажнение для яблони становится ещё более опасным, если вода засолена [19]. При переувлажнении почвы наблюдается избыток закисного железа, но дефицит фосфора. В научной литературе много сведений о роли недостатка фосфора и железа [18], а про избыток железа сведений очень мало. Изучением влияния степени оглеения на урожайность сельскохозяйственных полевых культур занималась в условиях Тамбовской равнины Л.В. Степанцова [5]. Этот автор в своих исследованиях касался и садопригодности почв [3], однако влияния оглеения на урожайность яблони не коснулся. Поэтому целью наших исследований было установить влияние степени оглеения на величину урожайности плодов яблони в условиях Липецкой области.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2018-2021 гг. в ООО «Тимирязево» Долгоруковского района Липецкой области в старых плодоносящих яблоневых садах, заложенных в 1973-1976 гг. по схемам 6x8 и 8x10 м на семенном подвое. Сорта: Штрейфлинг, Китайка, Северный синап, Антоновка обыкновенная, Пепин шафранный и Жигулёвское. Система содержания междурядий – чёрный пар. Почвы – чернозёмы оподзоленные с разной степенью оглеения. Глубина грунтовых вод 11 м. Схема размещения деревьев 8x5 м. На каждом из рассматриваемых почвенных разностей было по 24 учетных дерева (по 6 в блоке). Число блоков – 4. Расположение блоков – рендомизированное. Учёты урожая проводили по методическим указаниям Ю.А. Маркова [2]. Лабораторные анализы были проведены на базе лаборатории кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Гранулометрический состав определяли пирофосфатным методом в модификации С.И. Долгова и А.И. Личмановой [4]. Математическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа [1].

Результаты и их обсуждение

В садооборотном землепользовании хозяйства нами было найдено 3 разновидности чернозёма оподзоленного с разной степенью оглеения, на которых заложены опорные профили и сфотографированы разрезы (рис. 1).



Рис. 1. Чернозём оподзоленный сильнооглеенный (слева), слабооглеенный (в центре) и без признаков оглеения (справа)

Уже по внешнему виду обнажённой стенки среза был заметен разный цвет иллювиального горизонта: от бурого (без признаков оглеения) до сизо-зеленоватого (сильная степень оглеения). Было составлено подробное морфологическое описание этих трёх профилей почвы (табл. 1).

Таблица 1. Морфологическое описание профилей чернозёмов оподзоленных

Подтип почвы	Генетические горизонты, см	Морфологическое описание горизонтов почвы
Чернозём оподзоленный без признаков оглеения	А 0-60	Чёрный, влажный, слабо уплотнённый, комковато-зернистый, тяжело-суглинистый. Обилие корней яблони. Граница карманообразная, переход ясный.
	АВ 60-178	Неоднородный: светло-коричневый с чёрными пятнами. Влажный, слабо уплотнённый, комковато-зернистый, тяжело-суглинистый. Обилие корней яблони, гумусовые затёки по ходам корней, кротовины. Граница волнистая, переход постепенный.
	В 178-220	Светло-коричневый, влажный, плотный, комковатый, тяжело-суглинистый. Живые и отмершие корни яблони, гумусовые затёки по ходам корней, кротовины, кутаны. Граница волнистая, переход заметный.
	С 220-230	Светло-коричневый, влажный, очень плотный, бесструктурный, тяжело-суглинистый. Редкие включения неокатанного кварца.
Чернозём оподзоленный слабооглеенный	А 0-42	Чёрный, влажный, слабо уплотнённый, комковато-зернистый, тяжело-суглинистый. Обилие корней яблони. Граница волнистая, переход резкий.
	АВ 42-140	Светло-коричневый, влажный, уплотнённый, комковатый, тяжело-суглинистый. Корни яблони, кротовины, гумусовые затёки по ходам корней. Граница волнистая, переход постепенный.
	В 140-167	Светло-коричневый, влажный, плотный, комковатый, глинистый. Кротовины, кутаны, гумусовые затёки по ходам корней. Граница волнистая, переход заметный.
	С 167-220	Светло-коричневый, влажный, очень плотный, бесструктурный, тяжело-суглинистый, в нижней части среднесуглинистый. Пятна оглеения, с глубины 200 см псевдофибры.

Чернозём оподзоленный сильнооглеенный	А 0-30	Чёрный, влажный, уплотнённый, комковато-зернистый, тяжелосуглинистый. Обилие корней яблони. Граница карманообразная, переход резкий.
	АВ 30-110	Неоднородный: светло-коричневый с чёрными пятнами и прожилками. Влажный, очень плотный, глыбистый, тяжелосуглинистый. Пятна оглеения, живые и отмершие корни яблони, кротовины, гумусовые затёки по ходам корней, кутаны. Граница карманообразная, переход постепенный.
	В 110-160	Светло-коричневый, влажный, очень плотный, глыбистый, глинистый. Пятна оглеения, живые и отмершие корни яблони, кутаны, гумусовые затёки по ходам корней. Граница волнистая, переход постепенный.
	С 160-220	Светло-коричневый, сырой, очень плотный, бесструктурный, глинистый, внизу среднесуглинистый. Пятна оглеения, кутаны.

Изученные подтипы почв различались по своему гранулометрическому составу. В гумусовом горизонте чернозёма оподзоленного без признаков оглеения обнаружено в 2 раза больше физического песка, чем в остальных двух почвах. Кроме того, в материнской породе (С) чернозёма оподзоленного, не имеющего признаков оглеения, содержалось в 2 раза больше физического песка, чем в самом оглеенном его аналоге (табл. 2).

Таблица 2. Гранулометрический состав чернозёма оподзоленного

Строение профиля чернозёма оподзоленного, см	Содержание фракций, %							
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	до 0,001	песок (более 0,01)	глина (до 0,01)
Чернозём оподзоленный без признаков оглеения								
А 0-60	4,89	22,8	42,8	16,0	1,91	11,6	70,49	29,51
АВ 60-178	9,69	21,2	14,4	3,2	18,71	32,8	45,29	54,71
В 178-220	5,72	20,8	8,4	11,6	21,48	32,0	34,92	65,08
С 220-230	6,06	32,4	16,4	9,2	21,54	14,4	54,86	45,14
Чернозём оподзоленный слабооглеенный								
А 0-42	2,11	20,0	10,0	23,6	23,89	20,4	32,11	67,89
АВ 42-140	4,55	24,0	20,8	5,6	13,05	32,0	49,35	50,65
В 140-167	8,24	20,0	21,2	4,8	10,96	34,8	49,44	50,56
С 167-220	8,75	23,2	5,8	5,8	26,05	30,4	37,75	62,25
Чернозём оподзоленный сильнооглеенный								
А 0-30	4,96	32,0	9,2	8,0	20,64	25,2	46,16	53,84
АВ 30-110	6,71	29,2	16,4	4,8	15,29	27,6	52,31	47,69
В 110-160	5,68	5,6	39,6	1,2	9,92	38,0	50,88	49,12
С 160-220	4,52	8,4	12,4	11,6	28,68	34,4	25,32	52,68

Материнская порода (С) слабооглеенного чернозёма оподзоленного по содержанию физического песка занимала промежуточное положение. Преобладающей фракцией физического песка являлся мелкий песок (0,25-0,05 мм). Гумусовый горизонт чернозёма без оглеения – лёгкий суглинок, слабооглеенного – лёгкая глина, сильнооглеенного – суглинок тяжёлый. Таким образом, в материнской породе физический песок выполняет функцию дренажа. Чем больше его здесь содержится, тем слабее развито оглеение почвообразующей породы.

Установлено, что наиболее высокая урожайность яблони наблюдалась при произрастании сада на чернозёме оподзоленном без признаков оглеения, а самая низкая – на чернозёме оподзоленном с сильным оглеением (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность яблони в зависимости от степени оглеения чернозёма оподзоленного

Строение профиля чернозёма оподзоленного, см	Степень оглеения	Содержание физического песка в материнской породе, %	Урожайность яблони, ц/га
А 0-60	отсутствует	54,86	190,5
АВ 60-178			
В 178-220			
С 220-230			
А 0-42	слабая	37,75	138,4
АВ 42-140			
В 140-167			
С 167-220			
А 0-30	сильная	25,32	72,6
АВ 30-110			
В 110-160			
С 160-220			
НСР ₀₅		8,5	15,3
НСР %		6,3	7,0

Обилие физической глины в материнской породе препятствует нормальному дренажу и со временем вызывает оглеение, что снижает урожайность яблони.

Выводы

1. В гумусовом горизонте чернозёма оподзоленного без признаков оглеения обнаружено в 2 раза больше физического песка, чем в почвах с признаками оглеения.
2. В материнской породе (С) чернозёма оподзоленного, не имеющего признаков оглеения, содержалось в 2 раза больше физического песка, чем в самом оглеенном его аналоге. Материнская порода (С) слабооглеенного чернозёма оподзоленного по содержанию физического песка занимала промежуточное положение.
3. Преобладающей фракцией физического песка в профиле чернозёма оподзоленного являлся мелкий песок (0,25-0,05 мм).
4. Чем больше физического песка содержится в почвообразующей породе, тем слабее развито оглеение этого горизонта.
5. С возрастанием степени оглеения чернозёма оподзоленного снижается урожайность яблони на семенном подвое.

Список источников

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Марков Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1985. 116 с.
3. Оценка садопригодности дерново-подзолистых почв на кремнистых породах юго-запада Калужской области / Л.В. Степанцова, В.Н. Красин, И.Н. Мацнев, М.Г. Золотарёв // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 1(27). С. 64-72.
4. Ревут И.Б. Физика почв. Ленинград: Колос, 1964. 318 с.
5. Степанцова Л.В. Агрофизические свойства, гидрологический режим и диагностика чернозёмовидных почв севера Тамбовской низменности: автореф. дисс. д-ра биол. наук. Москва, 2012. 47 с.
6. Altynbekova M.O., Toleshova Z.U. Influence of the soil chemical elements on productivity of apple tree fruiting // Bulletin of the university of Karaganda-chemistry. 2016. Issue: 81. Pp. 54-59.

7. An-ran D.A.I., Zhi-guo H.U.O., Hui-fei J. Review on drought and waterlogging disasters for apple in China // Chinese Journal of Agrometeorology. 2022. Vol. 43. No. 05. P. 362.
8. Bhusal N. et al. Photosynthetic traits and plant–water relations of two apple cultivars grown as bi-leader trees under long-term waterlogging conditions // Environmental and Experimental Botany. 2020. Vol. 176. P. 104111.
9. Choi B. H. et al. Waterlogging tolerance in apple trees grafted on rootstocks from G, CG, and M series // Horticulture, Environment, and Biotechnology. 2020. Vol. 61. Pp. 685-692.
10. Cripps J.E.L. The influence of soil moisture on apple root growth and root: shoot ratios // Journal of Horticultural Science. 1971. Vol. 46. No. 2. Pp. 121-130.
11. Jie Y. et al. The regulation of root pruning and soil water content affects apple leaf water use efficiency // Acta Horticulturae. 2008. Vol. 767. Pp. 345-50.
12. Lan T., Guo S.W., Han J.W., Yong-Li Yang, Zhang K., Zhang Q., Yang W., Li P.F. Evaluation of physical properties of typical urban green space soils in Binhai Area, Tianjin, China // Urban forestry & urban greening. 2019. V. 44. Article Number: UNSP 126430.
13. Lenz F. Fruit effects on the dry matter-and carbohydrate distribution in apple trees // International Symposium on Source-Sink Relationships in Plants 835. 2007. Pp. 21-38.
14. Marchioretto L.D.R. et al. Tolerance of apple rootstocks to short-term waterlogging // Ciência Rural. 2018. Vol. 48. Article No 0940.
15. Meng D. et al. Genome-wide identification and characterization of WRKY transcriptional factor family in apple and analysis of their responses to waterlogging and drought stress // Plant Physiology and Biochemistry. 2016. Vol. 103. Pp. 71-83.
16. Scandellari F., Tonon G., Thalheimer M., Ceccon C., Gioacchini P., Aber J.D., Tagliavini M. Assessing nitrogen fluxes from roots to soil associated to rhizodeposition by apple (*Malus domestica*) trees // Trees-structure and function. 2007. V. 21. Issue: 5. Pp. 499-505.
17. Tuladhar A., Ohtsuka S., Nii N. Anatomical study on wax apple (*Syzygium samarangense*) roots under long-term water-logged conditions // Tropical Agriculture and Development. 2015. Vol. 59. No. 1. Pp. 1-6.
18. Valentinuzzi F. et al. Common and specific responses to iron and phosphorus deficiencies in roots of apple tree (*Malus domestica*) // Plant molecular biology. 2019. Vol. 101. Pp. 129-148.
19. West D.W. Water use and Sodium chloride uptake by apple trees: II. The response to soil oxygen deficiency // Plant and Soil. 1978. Vol. 50. Pp. 51-65.
20. Zhou P. et al. Effects of interval flooding stress on physiological characteristics of apple leaves // Horticulturae. 2021. Vol. 7. No. 10. Pp. 331.

References

1. Dospikhov B.A. The methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed. additional and revised. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.
2. Markov Yu.A. The program and methodology of research on irrigation of fruit and berry crops. Michurinsk: All-Russian Scientific Research Institute of Horticulture named after I.V. Michurin Publ., 1985. 116 p.
3. Assessment of the horticultural suitability of sod-podzolic soils on siliceous rocks of the south-west of the Kaluga region. L.V. Stepancova, V.N. Krasin, I.N. Macnev, M.G. Zolotaryov. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2023, no. 1(27), pp. 64-72.
4. Revut I.B. Soil Physics. Leningrad: Kolos Publ., 1964. 318 p.
5. Stepancova L.V. Agrophysical properties, hydrological regime and diagnostics of chernozem-like soils of the north of the Tambov lowland: abstract. Dissertation of Dr. Biol. sciences. Moscow, 2012. 47 p.
6. Altynbekova M.O., Toleshova Z.U. Influence of the soil chemical elements on productivity of apple tree fruiting. Bulletin of the university of Karaganda-chemistry, 2016, Issue: 81, pp. 54-59.

7. An-ran D.A.I., Zhi-guo H.U.O., Hui-fei J. Review on drought and waterlogging disasters for apple in China. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 2022, vol. 43, no. 05, p. 362.
8. Bhusal N. et al. Photosynthetic traits and plant–water relations of two apple cultivars grown as bi-leader trees under long-term waterlogging conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 2020, vol. 176, p. 104111.
9. Choi B. H. et al. Waterlogging tolerance in apple trees grafted on rootstocks from G, CG, and M series. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 2020, vol. 61, pp. 685-692.
10. Cripps J.E.L. The influence of soil moisture on apple root growth and root: shoot ratios. *Journal of Horticultural Science*, 1971, vol. 46, no. 2, pp. 121-130.
11. Jie Y. et al. The regulation of root pruning and soil water content affects apple leaf water use efficiency. *Acta Horticulturae*, 2008, vol. 767, pp. 345-50.
12. Lan T., Guo S.W., Han J.W., Yong-Li Yang, Zhang K., Zhang Q., Yang W., Li P.F. Evaluation of physical properties of typical urban green space soils in Binhai Area, Tianjin, China. *Urban forestry & urban greening*, 2019, vol. 44, article number: UNSP 126430.
13. Lenz F. Fruit effects on the dry matter-and carbohydrate distribution in apple trees. *International Symposium on Source-Sink Relationships in Plants 835*, 2007, pp. 21-38.
14. Marchioretto L.D.R. et al. Tolerance of apple rootstocks to short-term waterlogging. *Ciência Rural*, 2018, vol. 48, article no. 0940.
15. Meng D. et al. Genome-wide identification and characterization of WRKY transcriptional factor family in apple and analysis of their responses to waterlogging and drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2016, vol. 103, pp. 71-83.
16. Scandellari F., Tonon G., Thalheimer M., Ceccon C., Gioacchini P., Aber J.D., Tagliavini M. Assessing nitrogen fluxes from roots to soil associated to rhizodeposition by apple (*Malus domestica*) trees. *Trees-structure and function*, 2007, vol. 21, issue: 5, pp. 499-505.
17. Tuladhar A., Ohtsuka S., Nii N. Anatomical study on wax apple (*Syzygium samarangense*) roots under long-term water-logged conditions. *Tropical Agriculture and Development*, 2015, vol. 59, no. 1, pp. 1-6.
18. Valentinuzzi F. et al. Common and specific responses to iron and phosphorus deficiencies in roots of apple tree (*Malus× domestica*). *Plant molecular biology*, 2019, vol. 101, pp. 129-148.
19. West D.W. Water use and Sodium chloride uptake by apple trees: II. The response to soil oxygen deficiency. *Plant and Soil*, 1978, vol. 50, pp. 51-65.
20. Zhou P. et al. Effects of interval flooding stress on physiological characteristics of apple leaves. *Horticulturae*, 2021, vol. 7, no. 10, pp. 331.

Информация об авторе

В.Л. Захаров – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Information about the author

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

Научная статья

УДК 636.085.522.55

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-69-76

УРОЖАЙНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ РАЗНЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ПРИ УБОРКЕ НА СИЛОС В ФАЗУ МОЛОЧНО-ВОСКОВОЙ СПЕЛОСТИ

Виноградов Иван Сергеевич^{1✉}, Лазарев Николай Николаевич²

^{1,2}Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

¹ivan.vinogradov@kws.com✉

²lazarevnick2012@ gmail.com

Аннотация. В полевых опытах, проведённых в 2021-2023 гг. на опытной станции ООО «КВС РУС» в Липецкой области, была проведена оценка урожайности и питательности 22 новых гибридов силосной кукурузы. По годам урожайность зеленой массы кукурузы при уборке в молочно-восковую фазу спелости варьировалась от 11,9 до 23,6 т/га сухого вещества. Основное внимание было уделено содержанию и переваримости нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) как ключевого показателя потребления и переваримости корма. Содержание НДК по гибридам находилось в диапазоне 36,4-43,9%, что соответствует молочно-восковой фазе спелости кукурузы, однако переваримость НДК довольно сильно колебалась в зависимости от гибрида, так например гибрид M 250 F показал самую низкую переваримость НДК 61,7 % при содержании НДК 40,0%, напротив, гибрид KWS Lionel имел самую высокую переваримость НДК 72,1 % при содержании НДК в сухом веществе 38,2%. Все гибриды, кроме KWS Kanyons, Rosoma и 2213, накапливали от 30,4 до 35,8% крахмала, что соответствует нормам кормления высокопродуктивных молочных коров. Концентрация чистой энергии лактации (ЧЭЛ) только в двух гибридах была ниже 6,5 МДЖ/кг, а её максимальное количество – 7,03 МДЖ/кг СВ содержал гибрид KWS Odorico.

Ключевые слова: кукуруза, гибриды, НДК, переваримость, питательность, силос

Для цитирования: Виноградов И.В., Лазарев Н.Н. Урожайность и питательность разных гибридов кукурузы при уборке на силос в фазу молочно-восковой спелости // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 69-76. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-69-76>.

Original article

YIELD AND NUTRITIONALITY OF DIFFERENT CORN HYBRIDS WHEN HARVESTED FOR SILAGE IN THE PHASE OF MILKY-WAX RIPENESS

Ivan S. Vinogradov^{1✉}, Nikolay N. Lazarev²

^{1,2}Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russia

¹ivan.vinogradov@kws.com✉

²lazarevnick2012@ gmail.com

Abstract. In field experiments conducted in 2021-2023 at the experimental station of KVS RUS in the Lipetsk region, the yield and nutritional value of 22 new silage corn hybrids were assessed. Over the years, the yield of corn green mass when harvested in the milky-wax phase of ripeness varied from 11,9 to 23,6 t/ha of dry matter. The focus was on neutral detergent fiber (NDF) content and digestibility as a key indicator of feed intake and digestibility. The NDF content of the hybrids was in the range of 36.4-43.9%, which corresponds to the milky-waxy phase of corn ripeness, however, the digestibility of NDF varied quite strongly depending on the hybrid, for example, the hybrid M 250 F showed the lowest digestibility of NDC 61.7 % with an NDF content of 40.0%, on the contrary, the KWS Lionel hybrid had the highest NDF digestibility of 72.1% with an NDF content in dry matter of 38.2%. All hybrids, except KWS Kanyons, Rosoma and 2213,

accumulated from 30.4 to 35.8% starch, which corresponds to the feeding standards for highly productive dairy cows. The concentration of net energy of lactation (NEL) in only two hybrids was below 6,5 MJ/kg, and its maximum amount – 7,03 MJ/kg DM contained the KWS Odorico hybrid.

Keywords: corn, hybrids, NDC, digestibility, nutritional value, silage

For citation: Vinogradov I.S., Lazarev N.N. Yield and nutritionality of different corn hybrids when harvested for silage in the phase of milky-wax ripeness. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1(31), pp. 69-76. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-69-76>.

Введение

Составление рационов кормления для крупного рогатого скота не простая задача. Зоотехнику требуется грамотно сбалансировать более двадцати показателей питательности, при этом необходимо опираться не только на нормы кормления, но и учитывать породу и физиологическое состояние животных.

Современная теория кормления не стоит на месте и к уже давно известным показателям добавляются новые, а процесс нормирования рационов усложняется.

Задачей агрономов в этих условиях является обеспечение кормовой базы для того, чтобы удовлетворить все пищевые потребности животных разных пород во всех физиологических группах. Однако зачастую агрономическая служба уделяет большее внимание не вопросам, связанным с качественными характеристиками кормов собственного производства, а количественным показателям.

Безусловно, урожайность – это один из важнейших показателей успеха работы в поле, но не стоит забывать о том, что корма должны не просто быть в достаточном количестве, но ещё и хорошо поедаться, иметь высокую переваримость и в итоге приносить максимальный экономический эффект предприятию. Поэтому требуется менять подход к оценке кормовых культур.

Схема химического анализа кормов, разработанная в 1860 г. Вильгельмом Геннебергом в Веенде (Голландия), применяется в нашей стране почти без изменений и по настоящее время. В последнее десятилетие на смену Веендевской модели приходит схема зоотехнического анализа, принятая в настоящее время во многих странах. Детергентная парадигма Ван Соеста позволила отказаться от сырых («неочищенных») питательных веществ и перейти к оценке качества кормов по содержанию неструктурных (сахара, крахмал и пр.) и структурных углеводов (переваримые и труднопереваримые фракции гемицеллюлозы и целлюлозы), а также по практически непереваримому полимеру лигнину [7].

Содержание структурных углеводов в рационах животных определяется показателями нейтрально-детергентной (НДК) и кислотно-детергентной (КДК) клетчаток. От потребления и степени переваривания структурных углеводов во многом зависит энергообеспеченность организма коров [5,8,9].

Для поддержания нормальной двигательной активности рубца и содержания жира в молоке необходимо, чтобы грубые корма содержали оптимальное количество клетчатки [12]. В сухом веществе (СВ) рационов для высокопродуктивных молочных коров должно содержаться от 25% до 28% НДК, 75% которой должно быть представлено грубыми источниками корма [10].

Уровень структурных углеводов в кормах и рационах оказывает существенное влияние на потребление сухого вещества жвачными животными. Так, снижение НДК в кормах до оптимального уровня обеспечивает повышение потребления СВ рациона жвачными животными. В то же время чем выше уровень КДК, тем ниже переваримость НДК и потребление СВ корма животными [6].

Наиболее важными показателями переваримости корма, которые необходимо оценивать, является количество НДК и степень её переваримости. На данный момент лаборатории могут ответить не только на вопрос общей переваримости НДК, но и смоделировать скорость её переваримости по времени.

Фаза вегетации растений оказывает существенное влияние на химический состав и питательность корма. В растениях в начальную фазу вегетации, по сравнению с более поздней, всегда содержится больше воды, протеина, безазотистых экстрактивных веществ и меньше клетчатки, сухое вещество такого корма лучше переваривается. В настоящее время в справочниках и нормативных документах не всегда представлены требования к кормам по содержанию фракционного состава сырой клетчатки (НДК, КДК) [2,3].

НДК в растениях накапливается в течение всей вегетации растения, при этом чем старше растение, тем ниже переваримость НДК. Управлять данным параметром при заготовке кормов достаточно сложно. Можно увеличивать высоту среза растений, что приведёт к повышению переваримости зелёной массы, но снизит урожайность. Наиболее оптимальным способом является подбор сортов и гибридов, которые на генетическом уровне имеют лучшие показатели по содержанию и переваримости НДК.

Цель исследований состояла в оценке урожайности и качественных показателей зелёной массы новых гибридов кукурузы, а также в уточнении данных для совершенствования балльной системы оценки гибридов кукурузы, возделываемых на силос [1].

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2021-2023 гг. на опытных полях станции ООО «КВС РУС» в Лебединском районе Липецкой области. В 2021-2022 гг. объектом исследований являлись 3 гибрида кукурузы (табл. 1) и в 2023 г. – 22 гибрида с ФАО 150–250.

Почва опытного участка – выщелоченный чернозём. В пахотном слое почвы содержалось гумуса 6,1%, подвижного фосфора – 97 мг/кг, обменного калия – 112 мг/кг, рН_{KCl} – 5,4. Под предпосевную культивацию в 2021-2022 гг. внесли аммиачную селитру в дозе N₆₈ и в 2023 г. – в дозе N₁₀₂. При посеве применяли комплексное удобрение N₁₅P₁₅K₁₅. Предшественником кукурузы в севообороте была яровая пшеница. По всходам применялся универсальный послевсходовый гербицид для контроля полного спектра сорных растений «МайсТер Пауэр» с нормой расхода 1,5 л/га.

Опыты заложены методом полной рандомизации. Общая площадь делянки – 28 м², учётная – 9,5 м², повторность трёхкратная, размещение делянок рандомизированное. Густота растений к уборке составила 75 тыс. шт. на 1 га.

Уборку проводили в фазу молочно-восковой спелости, высота среза составляла 30 см. В период вегетации проводились фенологические наблюдения, учёты и измерения в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой. Определение содержания сухого вещества (СВ) в зелёной массе проводили в соответствии с ГОСТ 31640-2012, отбор проб – по ГОСТ ISO 6497-2014. Урожайность зелёной массы установлена путём взвешивания. Определение показателей качества корма, таких как содержание НДК, переваримость НДК, содержание крахмала, переваримость органического вещества, проводилось в лаборатории Nova Lab в соответствии с ГОСТ Р 57543-2017.

В 2021 и 2022 гг. в августе при недостатке атмосферных осадков и высоких температурах воздуха растения испытывали дефицит влаги. Сентябрь, наоборот, был влажным и прохладным. Начало вегетации 2023 г. и её конец оказались достаточно засушливыми. Температура была несколько ниже средних многолетних значений, за исключением тёплого сентября. Самым жарким и засушливым оказался июль. Температура поднималась до отметки в 36⁰С в дневное время, при этом количество июльских осадков в два раза превысило норму для данного региона.

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из важных путей увеличения эффективности использования питательных веществ кормов является повышение его переваримости, что может быть достигнуто только при достаточных знаниях обо всех физиологических и биохимических процессах переваривания кормов, о связи этих процессов с составом рациона и физиологическим

состоянием животного. В системе полноценного кормления сельскохозяйственных животных большое значение имеет обеспеченность их грубыми кормами. Степень переваривания клетчатки жвачными зависит от ряда факторов, в том числе количественных и качественных характеристик рациона, физиологического состояния животных и т. д. [4].

Основой любого рациона для крупного рогатого скота являются объёмистые корма, в частности, силос из кукурузы, поэтому на агрономах лежит основной груз ответственности за эффективное и рациональное кормление скота. Одним из немногих факторов в рационах КРС является то, что агроном может ими управлять, правильно оценив и подобрав гибрид для выращивания.

Кукуруза является одной из самых урожайных культур как по выходу зеленой массы, так и по сбору сухого вещества. Сравнение трех гибридов показывает, что урожайность сухой массы силосной кукурузы в 2021-2022 гг. варьировалась от 11,9 до 12,5 т/га, и различия между ними были незначительными (табл. 1). При более благоприятных условиях увлажнения в вегетационный период 2023 г. урожайность возросла в 1,5-1,7 раза и достигла 18,0-21,4 т/га. Гибрид KWS Agro Janus достоверно уступал по сбору сухой массы гибридам KWS Odorico и KWS Lionel.

Таблица 1. Урожайность гибридов кукурузы в 2021-2023 гг., т/га сухого вещества

Гибрид	2021 г.	2022 г.	2023 г.	В среднем
KWS AGRO JANUS	11,9	12,1	18,0	14,0
KWS ODORICO	12,5	12,2	21,4	15,4
KWS LIONEL	12,4	12,4	21,1	15,3
HCP ₀₅	F _φ <F ₀₅	0,4	3,0	

Урожайность 22 гибридов в условиях 2023 года варьировалась от 13,2 до 23,6 т/га сухой массы и зеленой массы – от 53,2 до 68,5 т/га (табл. 2). Одними из наиболее продуктивных были гибриды KWS Марсороло (23,5 т/га), KWS Curacao (21,3 т/га), KWS Lionel (21,1 т/га) с низким ФАО, соответственно 150, 180 и 180. Наименьшую продуктивность обеспечивали гибриды Rosoma (13,2 т/га) и KWS Kanyons (16,4 т/га). Гибриды различаются по экологическим и биологическим свойствам. Так, гибрид KWS Kanyons относится к зубовидному типу, поэтому его необходимо высевать в хорошо прогретую почву. В условиях 2023 г. в мае и июне температура воздуха была ниже среднегодовой, что отрицательно сказалось на росте и развитии растений.

Ценность кукурузного силоса для молочных коров в значительной степени определяется количеством крахмала, которого должно содержаться не менее 30% от сухого вещества [11]. Существенная часть крахмала кукурузы не расщепляется в рубце, а усваивается в тонком кишечнике, что положительно сказывается на молочной продуктивности коров. Все гибриды, кроме KWS Kanyons, Rosoma и 2213, накапливали от 30,4 до 35,8% крахмала, а выход крахмала с урожаем составлял 5,44-7,14 т/га (табл. 3). Силосуемая масса характеризовалась высокой энергетической питательностью. Концентрация чистой энергии лактации (ЧЭЛ) только в двух гибридах была ниже 6,5 МДЖ/кг, а её максимальное количество – 7,03 МДЖ/кг СВ содержал гибрид KWS Odorico.

Содержание НДК по гибридам находилось в диапазоне 36,4-43,9%, что соответствует молочно-восковой фазе спелости гибридов кукурузы, однако переваримость НДК довольно сильно колебалась в зависимости от гибрида, так, например, гибрид M 250 F показал самую низкую переваримость НДК 61,7 % при содержании НДК 40,0 % в сухом веществе, напротив гибрид KWS Lionel имел самую высокую переваримость НДК 72,1 % при содержании НДК 38,2%. Можно сделать вывод, что переваримость НДК зелёной массы не напрямую зависит от содержания в ней НДК и предположительно является свойством самого гибрида. Содержание сухого вещества в кукурузном силосе должно быть 30-37% [11]. В зеленой массе 20 гибридов кукурузы содержалось от 30,7 до 35,9% сухого вещества.

Таблица 2. Урожайность силосной массы кукурузы и выход крахмала в фазу молочно-восковой спелости в 2023 г., т/га

№	Гибрид	Зеленая масса	Сухая масса	Выход крахмала
1	KWS DENERIO	60,1	20,9	6,40
2	KWS SEDUKTO	66,5	21,3	6,71
3	KWS CARPACCIO	66,4	23,4	7,07
4	KWS EINBEKKO	59,2	20,3	6,13
5	KWS NEVO	56,8	19,5	6,07
6	KWS KOMPETENS	57,3	18,7	5,85
7	KWS LIONEL	61,9	21,1	6,53
8	KWS MARCOPOLO	65,4	23,5	7,06
9	KWS AGRO JANUS	54,8	18,0	5,61
10	KWS CURACAO	64,7	21,3	6,72
11	KWS EDITIO	63,3	20,8	6,56
12	KWS ODORICO	61,1	21,4	6,41
13	KWS KANYONS	54,9	16,4	5,16
14	KWS ESPRESSIVO	66,2	22,9	7,04
15	2049	62,9	19,7	6,30
16	2213	63,9	19,6	6,30
17	2233	68,5	23,6	7,14
18	2244	59,4	19,3	6,00
19	2342	63,7	21,0	5,44
20	LG EMI	62,0	20,7	6,48
21	ROSOMA	53,2	13,2	4,46
22	M 250F	61,0	20,0	6,21
HCP ₀₅		8,6	2,8	-

Если сопоставить содержание НДК и содержание крахмала, то можно сделать вывод, что наблюдается обратно пропорциональная зависимость при росте содержания крахмала, в большинстве случаев уменьшается содержание НДК в зелёной массе, при этом низкие показатели по содержанию крахмала соответствуют высокой переваримости НДК, но низкой переваримости органического вещества, как в случае с гибридом Rosoma.

Таблица 3. Качественные показатели зелёной массы кукурузы в фазу молочно-восковой спелости в 2023 г.

№	Гибрид	СВ, %	ЧЭЛ, МДж/кг СВ	Переваримость ОВ, %	Крахмал, % СВ	НДК, % СВ	Переваримость НДК, %
1	KWS DENERIO	34,7	6,81	71,1	34,6	39,9	67,5
2	KWS SEDUKTO	32,0	6,82	71,5	32,9	39,5	69,1
3	KWS CARPACCIO	35,2	6,98	72,8	35,8	36,4	65,1
4	KWS EINBEKKO	34,3	6,78	70,5	34,8	39,1	65,1
5	KWS NEVO	34,3	6,97	72,6	33,3	38,0	64,0
6	KWS KOMPETENS	32,6	6,88	71,9	31,7	39,5	67,8
7	KWS LIONEL	34,1	6,89	71,7	32,5	38,2	72,1
8	KWS MARCOPOLO	35,9	6,86	72,1	34,8	39,2	70,1
9	KWS AGRO JANUS	32,9	6,88	72,0	32,2	38,8	65,6
10	2244	32,5	6,73	71,1	32,7	39,6	68,7
11	KWS CURACAO	32,9	6,90	71,8	31,8	39,8	67,3
12	2233	34,4	6,81	71,6	35,5	37,7	69,6
13	2213	30,7	6,69	70,5	29,9	40,9	64,4
14	KWS EDITIO	32,8	6,83	72,4	32,8	38,8	66,6
15	LG EMI	33,4	6,80	71,7	32,6	39,0	65,4
16	KWS ODORICO	35,0	7,03	73,2	35,2	36,4	67,1
17	KWS KANYONS	29,9	6,63	68,7	29,6	41,3	67,1
18	ROSOMA	24,8	6,45	68,0	24,3	43,9	70,1
19	M 250F	32,7	6,74	70,8	31,3	40,0	61,7
20	2049	31,4	6,39	70,2	30,4	41,6	65,9
21	KWS ESPRESSIVO	34,7	6,83	72,2	34,1	37,5	64,6
22	2342	33,1	6,83	71,8	32,0	39,9	66,2

Выводы

1. В условиях повышения продуктивности крупного рогатого скота существует серьёзная необходимость совершенствования селекционной работы по созданию гибридов кукурузы с высокой переваримостью НДК. Снижение содержания НДК в зелёной массе приводит к повышению переваримости органического вещества корма, однако может являться серьёзной проблемой с точки зрения нарушения рубцового пищеварения.

2. Расстройства пищеварения у крупного рогатого скота могут происходить из-за низкого содержания НДК и завышенного содержания крахмала, поэтому новые силосные гибриды кукурузы должны обладать хорошим соотношением НДК и крахмала, при этом иметь высокую урожайностью сухого вещества в молочно-восковую фазу спелости. В свою очередь агрономической службе предприятия необходимо отдавать предпочтение наиболее сбалансированным по питательным характеристикам гибридам.

Список источников

1. Виноградов И.С., Лазарев Н.Н. Комплексная оценка гибридов кукурузы для производства силоса // Кормопроизводство. 2023. № 1. С. 26-30.
2. Курепин А.А. Использование современных методов оценки качества силоса кукурузного с учётом содержания нейтрально-и кислотно-детергентной клетчатки // Зоотехническая наука Беларуси. 2020. Т. 55. № 2. С. 21-29.
3. Курепин А.А. Содержание структурных углеводов в зеленой массе растений в зависимости от фазы вегетации // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2021. № 24-1. С. 198-206.
4. Курилов Н.В. и др. Физиология и биохимия пищеварения жвачных. Москва: Колос, 1971. 431 с.
5. Муратова Н.С., Танифа В.В., Муратов В.И. и др. Влияние разного уровня НДК, КДК в рационах на молочную продуктивность коров. Вестник АПК Верхневолжья. 2014. №2 (26). С. 39-43.
6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие // под ред. А.П. Калашникова, Н.И. Клейменова. Москва: Агропромиздат, 1985. 352 с.
7. Попов В.В. Переосмысление парадигмы оценки качества кормов // Адаптивное кормопроизводство. 2020. № 1. С. 79-90.
8. Сизова Ю.В. Влияние разного уровня нейтрально-детергентной клетчатки в рационе на азотистый обмен и молочную продуктивность коров // Проблемы биологии продуктивных животных. Боровск. 2010. №1. С. 61-67.
9. Харитонов Е.Л. Физиология и биохимия питания молочных коров. Боровск, 2011. С. 140-143.
10. Хотмирова О.В. Потребление кормов и жевательная активность у коров при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки в рационе // Проблемы биологии продуктивных животных. 2009. № 1. С. 58-66.
11. Шпикерс Х. Процесс консервирования // Консервирование кормов и биогазовых субстратов. VERLAG: ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2014. С. 13-19.
12. Stensing T., Robinson P.H. Digestion and passage kinetics of forage fiber in dairy cows as affected by fiber-free concentrate in the diet // J. Dairy Sci. 1997. Vol. 80. Pp. 1339-1352.

References

1. Vinogradov I.S., Lazarev N.N. Comprehensive assessment of corn hybrids for silage production. Feed production, 2023, no. 1, pp. 26-30.
2. Kurepin A.A. The use of modern methods for assessing the quality of corn silage, taking into account the content of neutral and acid-detergent fiber. Zootechnical Science of Belarus, 2020, vol. 55, no. 2, pp. 21-29.
3. Kurepin A.A. The content of structural carbohydrates in the green mass of plants depending on the phase of vegetation. Current problems of intensive development of livestock farming, 2021, no. 24-1, pp. 198-206.
4. Kurilov N.V. et al. Physiology and biochemistry of ruminant digestion. Moscow: Kolos Publ., 1971. 431 p.
5. Muratova N.S., Tanifa V.V., Muratov V.I. and others. The influence of different levels of NDC, FDC in diets on the milk productivity of cows. Bulletin of the agro-industrial complex of the Upper Volga region, 2014, no. 2 (26), pp. 39-43.
6. Norms and rations for feeding farm animals: reference guide. Ed. A.P. Kalashnikova, N.I. Kleimenov. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 352 p.
7. Popov V.V. Rethinking the paradigm for assessing feed quality. Adaptive feed production, 2020, no. 1, pp. 79-90.

8. Sizova Yu.V. The influence of different levels of neutral detergent fiber in the diet on nitrogen metabolism and milk productivity of cows. Problems of biology of productive animals. Borovsk, 2010, no. 1, pp. 61-67.

9. Kharitonov E.L. Physiology and biochemistry of nutrition of dairy cows. Borovsk, 2011, pp. 140-143.

10. Khotmirova O.V. Feed consumption and chewing activity in cows with different levels of neutral detergent fiber in the diet. Problems of biology of productive animals, 2009, no. 1, pp. 58-66.

11. Spiekers X. Canning process. Canning of feed and biogas substrates. Verlag: DLV Agrodello LLC Publ., 2014, pp. 13-19.

12. Stensing T., Robinson P.H. Digestion and passage kinetics of forage fiber in dairy cows as affected by fiber-free concentrate in the diet. J. Dairy Sci, 1997, vol. 80, pp. 1339-1352.

Информация об авторах

И.С. Виноградов – кандидат сельскохозяйственных наук, магистрант кафедры растениеводства и луговых экосистем, руководитель группы по кормопроизводству ООО «КВС РУС»;

Н.Н. Лазарев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем.

Information about the authors

I.S. Vinogradov – Candidate of agricultural sciences, master's student of the department of plant growing and meadow ecosystems;

N.N. Lazarev – Doctor of agricultural sciences, professor, department of plant growing and meadow ecosystems.

Научная статья
УДК 633.491: 631.87
DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-77-84

ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА ФОНЕ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Жевора Сергей Валентинович¹, Федотова Людмила Сергеевна²✉,
Тимошина Наталья Александровна³, Князева Елена Валерьевна⁴,
Шабанов Адам Эмирсултанович⁵**

^{1,2,3,4,5}Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха, Московская обл., Люберецкий район, д. п. Красково, Россия

¹coordinazia@mail.ru

²ldfedotova@gmail.com✉

³timnatali@rambler.ru

⁴elenak-73@rambler.ru

⁵agro-vniikh@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований за период с 2018 по 2020 гг. по эффективности микробиологического препарата БисолбиФит в сочетании с минеральными удобрениями (N₉₀P₉₀K₁₃₅) при возделывании новых отечественных сортов картофеля (Гулливер, Азарт, Гранд, Кумач, Сигнал) на дерново-подзолистой супесчаной почве Московской области. Биомодификация традиционных минеральных удобрений микробиологическим препаратом БисолбиФит способствовала повышению урожайности всех изучавшихся сортов картофеля на 1,6-4,7 т/га, 4-12,8% к минеральным контролям. Биомодификация минеральных (БМ) удобрений повышала качество продукции. Наиболее заметно содержание крахмала повышалось на БМ фоне у среднеспелых сортов Гранд, Кумач, Сигнал: с 15,0-16,3% в вариантах с NPK-удобрениями до 15,7-17,9% на фоне БМ NPK-удобрений. Снижалась концентрация нитратов и редуцирующих сахаров. Биомодификация минеральных (БМ) удобрений повышала окупаемость 1 кг д. в. до 30,5-48,3 кг клубней (или на 20-47%) против 25,4-31,7 кг в минеральных контролях. Наиболее ярко действие биопрепарата БисолбиФит проявилось на среднераннем сорте Азарт: прибавка урожая 4,7 т/га или 12,8%, окупаемость удобрений повысилась на 47% по сравнению с минеральным фоном.

Ключевые слова: сорта картофеля, бактериальные и минеральные удобрения, БисолбиФит, урожайность, качество, окупаемость 1 кг д. в.

Для цитирования: Продуктивность новых отечественных сортов картофеля на фоне биомодифицированных минеральных удобрений / Жевора С.В., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., Шабанов А.Э. // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 77-84. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-77-84>.

Original article

PRODUCTIVITY OF NEW RUSSIAN POTATO VARIETIES ON THE BACKGROUND OF BIOMODIFIED MINERAL FERTILIZERS

**Sergey V. Zhevora¹, Ludmila S. Fedotova², Natalia A. Timoshina³, Elena V. Knyazeva⁴,
Adam E. Shabanov⁵**

^{1,2,3,4,5}Russian Potato Research Centre, Moscow region, Lyuberetsky district, Kraskovo, Russia

¹coordinazia@mail.ru

²ldfedotova@gmail.com✉

³timnatali@rambler.ru

⁴elenak-73@rambler.ru

⁵agro-vniikh@mail.ru

Abstract. The article presents research results for the period from 2018 to 2020, on the effectiveness of the microbiological preparation Bisolbifit in combination with mineral fertilizers (N90P90K135) when

cultivating new russian potato varieties (Gulliver, Azart, Grand, Kumach, Signal) on soddy-podzolic sandy loam soil of the Moscow region. Biomodification of traditional mineral fertilizers with the microbiological preparation Bisolbifit contributed to an increase in the yield of all potato varieties studied by 1.6-4.7 t/4.4-12.8% compared to mineral controls. Biomodification of mineral (BM) fertilizers increased the quality of products. The starch content increased most noticeably against the BM background in mid-season varieties Grand, Kumach, Signal: from 15.0-16.3% in variants with NPK fertilizers to 15.7-17.9% against the BM background of NPK fertilizers. The concentration of nitrates and reducing sugars decreased. Biomodification of mineral (BM) fertilizers increased the payback of 1 kg of a.i. up to 30.5-48.3 kg of tubers (or 20-47%) versus 25.4-31.7 kg in mineral controls. The effect of the biological product Bisolbifit was most pronounced on the mid-early Azart variety: an increase in yield of 4.7 t/ha or 12.8%, the payback of fertilizers increased by 47% compared to the mineral background.

Keywords: *potato varieties, bacterial and mineral fertilizers, Bisolbifit, yield, quality, payback per 1 kg of active ingredient*

For citation: *Productivity of new russian potato varieties on the background of biomodified mineral fertilizers. Zhevorina S.V., Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V., Shabanov A.E. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 1(31), pp. 77-84. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-77-84>.*

Введение

Повышение продуктивности вновь создаваемых сортов картофеля и улучшение показателей качества продукции невозможно без обеспечения сбалансированного питания растений путем рационального применения минеральных удобрений [10], которые можно дополнять биологически активными препаратами (БАП) нового поколения [2, 6, 11, 13]. Применение БАП смягчает действие промышленных удобрений и улучшает полезное биологическое разнообразие почв, что выступает главным критерием и признаком устойчивой продуктивности агроценозов [7, 12, 14, 15]. Включение бактериальных удобрений в технологии возделывания картофеля с целью адаптации этой культуры к изменениям климата, а также снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, актуально, как в научных, так и производственных целях [2, 4; 6; 10, 12].

Экологическое направление исследований в картофелеводстве связано с наблюдаемой частотой аномальных погодно-климатических явлений, которая существенно возросла в последнее тридцатилетие на фоне возросшей производственной деятельности человека. Результаты длительных полевых экспериментов и обобщение данных статистической отчетности по отрасли растениеводства показывают, что повышение среднесуточной температуры вегетационного периода на 1 °С относительно средней многолетней величины позволяет повысить продуктивность зерновых культур в среднем на 0,4-0,7 т/га, картофеля – на 6-11, многолетних трав/сено – на 0,5-0,7 т/га [4, 5].

Применение микробиологических препаратов для предпосадочной обработки клубней и опрыскивания ботвы положительно влияет на рост и развитие растений картофеля, существенно увеличивая продуктивность [1, 2, 12]. Эффективность микробиологического препарата БисолбиФит объясняется действием входящих в его состав бактерий, которые вырабатывают аминокислоты, витамины, гормоны и органические кислоты, что значительно увеличивает интенсивность фотосинтеза и обмена веществ, укрепляет иммунную систему и ускоряет развитие растений [11, 13, 14, 15]. Применение препарата БисолбиФит для модификации минеральных удобрений в полевом опыте Костромской области (2018 г.) увеличивало урожайность среднераннего сорта картофеля Невский в варианте $N_{40}P_{54}K_{60}$ + БисолбиФит на 2,4 т/га (7,9%) выше традиционного минерального фона. Сочетание NPK-удобрений с препаратом БисолбиФит повышало окупаемость 1 кг д. в. на 27% (до 37,4 кг клубней) выше окупаемости 1 кг традиционных минеральных удобрений [1].

Цель исследований: изучить реакцию новых отечественных сортов картофеля на применение традиционных минеральных удобрений в сочетании с микробиологическим препаратом БисолбиФит, который предназначен для активизации минерального питания.

Материалы и методы исследований

Объект исследований – новые отечественные сорта картофеля: Азарт – среднеранний; Гулливер – ранний; Гранд, Кумач, Сигнал – среднеспелые.

БисолбиФит – микробиологический препарат. Действующее вещество – штамм ризосферных азотфиксирующих бактерий *Basillus subtilis* Ч-13, количество биоагента – не менее 100 млн. КОЕ в 1 г биопрепарата. Норма расхода «БисолбиФит» – 4 кг/т минеральных удобрений.

Почва дерново-подзолистая супесчаная, характеризовалась слабокислой реакцией среды ($pH_{KCl} = 4,8-5,0$); низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ими ($S = 3,1-3,4$ мг-экв/100г почвы; $V = 50,7-51,5\%$); высоким содержанием подвижного фосфора – 269-273 мг/кг почвы, средним содержанием обменного калия – 115-128 мг/кг почвы; содержание гумуса 1,8-1,9%.

Исследования по влиянию изучаемого агрохимиката на продуктивность картофеля проводили в полном соответствии со стандартными методами [3, 8, 9].

Метеоусловия: вегетационный сезон 2018 г. отмечен преобладанием засушливой погоды с превышением температуры и дефицитом осадков, $ГТК_{2018} = 0,91$, при климатической норме –1,3-1,4. Средняя температура воздуха за 2019 г. составила 17,4 °С, осадков выпало 292,3 мм или 112,2 % от нормы. $ГТК_{2019}$ составил 1,39 (в целом, нормальный год). Температура воздуха за вегетацию 2020 г. составила 17,1 °С, сумма осадков – 395,7 мм или 149,7 % от нормы. $ГТК_{2020} = 2,35$ (влажный год).

В 2018-2020 гг. на территории опытной экспериментальной базы «Коренёво» Люберецкого района Московской области (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха») в полевом 2-х факторном опыте с применением традиционных и биомодифицированных минеральных удобрений (фактор В) выращивали пять новых сортов картофеля отечественной селекции (фактор А): Гулливер – очень ранний, Азарт – среднеранний, Гранд, Кумач, Сигнал – среднеспелые, столового назначения и для переработки на различные продукты питания. Площадь делянки 24 м², повторность трехкратная, расположение вариантов рендомизированное. Посадку картофеля проводили в первой декаде мая с помощью четырехрядной картофелесажалки КСКН-4 в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75 x 30 см. Уборка – вручную, третья декада августа.

Результаты исследований и их обсуждение

При проведении полевого опыта в условиях Московской области в различные по метеоусловиям годы было установлено, что сорта картофеля: Азарт, Гулливер, Гранд, Кумач и Сигнал, существенно увеличивали свою продуктивность в зависимости от применявшихся форм удобрений, в том числе от биомодифицированной минеральной тукоsmеси (рис. 1).

Прибавка урожайности от внесения в почву перед посадкой традиционного минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{135}$ в среднем за три года в зависимости от сорта колебалась от 8,0 т/га до 12,4 т/га (28,5-45,4%) к контролю без удобрений.

Модификация традиционных минеральных удобрений микробиологическим препаратом БисолбиФит способствовала дальнейшему повышению продуктивности всех изучавшихся сортов на 1,6-4,7 т/га, 4-12,8% к минеральным контролям. В меньшей степени проявилось влияние препарата БисолбиФит на очень раннем сорте Гулливер (абсолютный прирост составил 1,6 т/га или 4,4%) и среднеспелом сорте Гранд (1,9 т/га или 5,6%), а в максимальной степени на среднераннем сорте Азарт (прибавка – 4,7 т/га или 12,8%). Среднеспелые сорта Гранд, Кумач, Сигнал отреагировали по нарастающей на добавление к NPK препарата БисолбиФит – прибавка урожайности составила: 1,9 т/га (5,6%) → 2,7 т/га (7,7%) → 2,8 т/га (7,0%) относительно минеральных контролей.

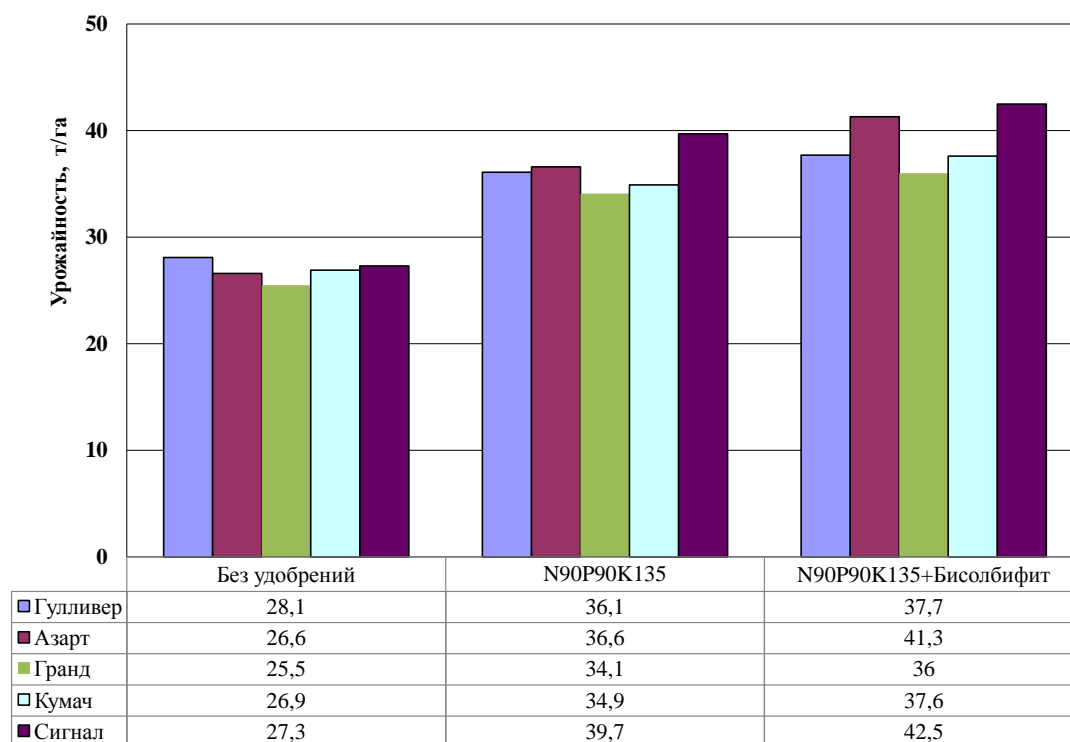


Рисунок 1. Урожайность сортов картофеля (т/га) в зависимости от применения удобрений, среднее за 2018-2020 гг.

2018 г.: НСР₀₅сорт(А) 2,3; НСР₀₅удобрения(В) 1,8

2019 г.: НСР₀₅сорт(А) 2,1; НСР₀₅удобрения(В) 2,0

2020 г.: НСР₀₅сорт(А) 2,7; НСР₀₅удобрения(В) 1,4

Качество продукции характеризовалось сортовой специфичностью и зависело от применения удобрений (табл. 1). Наименее крахмалистыми оказались сорта: ранний Гулливер (15,0%) и среднеспелый Кумач (15,5%), а наиболее богатыми – среднеранний Азарт (18,5%) и среднеспелый Гранд (17,7%). Ранние сорта Гулливер и Азарт характеризовались наилучшим сочетанием биохимических показателей: относительно высокое содержание сухого вещества/крахмала, витамина С и низкое содержание редуцирующих сахаров, что указывает на физиологическое созревание продукции. Среднеспелый сорт Гранд накапливал нитраты на минеральном фоне до 170 мг/кг, остальные сорта по концентрации нитратов реагировали в меньшей степени на применение удобрений. Можно констатировать, что клубни среднеспелого сорта Кумач недостаточно вызрели, т.к. имели высокое содержание редуцирующих сахаров (1,41%) и относительно низкую крахмалистость (15,5%).

Таблица 1. Показатели качества клубней сортов картофеля, в зависимости от применения минеральных удобрений, среднее за 2018-2020 гг.

Сорт	Варианты	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	NO ₃ , мг/кг	Редук. сахара, %
Гулливер	Без удобрений	21,0	15,5	19,9	77	0,51
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	20,5	15,0	18,7	145	0,57
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + бисолбифит	20,4	14,5	19,2	80	0,45
Среднее по сорту		20,6	15,0	19,3	101	0,51
Азарт	Без удобрений	26,8	21,0	18,9	45	0,20
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	23,0	17,3	17,0	93	0,33
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + бисолбифит	23,2	17,3	15,0	81	0,24

Среднее по сорту		24,3	18,5	17,0	73	0,26
Гранд	Без удобрений	24,0	18,9	13,9	82	0,60
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	22,1	16,3	14,6	170	0,66
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + бисолбифит	23,7	17,9	13,9	82	0,60
Среднее по сорту		23,3	17,7	14,1	111	0,62
Ку-мач	Без удобрений	21,6	15,9	18,7	83	1,37
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	20,9	15,0	18,5	137	1,53
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + бисолбифит	21,4	15,7	18,4	83	1,32
Среднее по сорту		21,3	15,5	18,5	101	1,41
Сиг-нал	Без удобрений	22,7	16,9	16,4	52	0,33
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	21,1	15,0	16,6	106	0,49
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + бисолбифит	22,6	16,7	16,8	65	0,43
Среднее по сорту		22,1	16,2	16,6	74	0,42
F _ф >F ₀₅						

Биомодификация минеральных (БМ) удобрений повышала качество продукции. Наиболее заметно содержание крахмала повышалось на БМ фоне у среднеспелых сортов Гранд, Кумач, Сигнал: с 15,0-16,3% в вариантах с НРК-удобрениями до 15,7-17,9% БМ НРК-удобрениями. Также снижалась концентрация нитратов в мякоти клубней всех сортов на БМ фоне до 65-83 мг/кг, против 93-170 мг/кг на фоне НРК-удобрений. Такая же тенденция наблюдалась в содержании редуцирующих сахаров, их концентрация снижалась до 0,24-0,60% (1,32% Кумач) на БМ фоне, против 0,33-0,66% (1,53% Кумач) в вариантах с НРК-удобрениями. Важной агроэкологической характеристикой рационального использования удобрений является их окупаемость урожайностью возделываемых культур (табл. 2).

$$\text{Окупаемость 1 кг д. в.} = \frac{(Y_{\text{НРК}} - Y_{\text{б/уд}}) \cdot \text{кг}}{\Sigma \text{НРК кг д.в.}}, \quad (1)$$

где $Y_{\text{НРК}}$ – урожайность картофеля в вариантах с удобрениями, кг;
 $Y_{\text{б/уд}}$ – урожайность картофеля в варианте без удобрений, кг.

Таблица 2. Окупаемость одного кг д. в. удобрений прибавками урожайности клубней картофеля, среднее за 2018-2020 гг.

Показатель	Сорта картофеля:					Окупаемость по удобрениям
	Гулливер	Азарт	Гранд	Кумач	Сигнал	
Без удобрений						
Урожайность, ц/га	28,1	26,6	25,5	26,9	27,3	-
на фоне N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅						
Прибавка, ц/га	80	100	86	80	124	
Окупаемость 1 кг д. в.	25,4	31,7	27,3	25,4	39,4	29,8
на фоне: N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + препарат Бисолбифит						
Прибавка, ц/га	96	147	105	107	152	
Окупаемость 1 кг д. в.	30,5	46,7	33,3	34,0	48,3	38,6
Окупаемость по сортам	27,9	39,2	30,3	29,7	43,9	

Данные таблицы 2 показывают, что окупаемость БМ минеральных удобрений была высокой у всех сортов картофеля, но максимальной – 46,7 у среднераннего сорта Азарт и 48,3 у среднеспелого сорта Сигнал. У остальных сортов (Гулливер, Гранд, Кумач) окупаемость БМ удобрений также была выше (30,5-34,0), чем на минеральном фоне (25,4-27,3). В среднем окупаемость БМ удобрений повышалась на 20-47% по сравнению с традиционными минеральными удобрениями.

Выводы

1. Модификация традиционных минеральных удобрений микробиологическим препаратом БисолбиФит способствовала повышению урожайности всех изучавшихся сортов картофеля на 1,6-4,7 т/4,4-12,8% к минеральным контролям.

2. Биомодификация минеральных (БМ) удобрений повышала качество продукции. Наиболее заметно содержание крахмала повышалось на БМ фоне у среднеспелых сортов Гранд, Кумач, Сигнал: с 15,0-16,3% в вариантах с НРК-удобрениями до 15,7-17,9% на фоне БМ НРК-удобрений. Снижалась концентрация нитратов и редуцирующих сахаров. Биомодификация минеральных (БМ) удобрений повышала окупаемость 1 кг д. в. до 30,5-48,3 кг клубней (или на 20-47%) против 25,4-31,7 кг в минеральных контролях. Наиболее ярко действие био-препарата БисолбиФит проявилось на среднераннем сорте Азарт: прибавка урожая 4,7 т/га или 12,8%, окупаемость удобрений повысилась на 47% по сравнению с минеральным фоном.

3. На основании проведенных исследований можно рекомендовать использование биомодифицированных минеральных удобрений (4,0 кг препарата БисолбиФит на 1 т НРК-удобрений) в технологиях возделывания картофеля на практике.

Список источников

1. Агроэкологическая эффективность биомодифицированных минеральных удобрений и биологически активных препаратов при выращивании картофеля / Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева, С.В. Жевора, А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, С.С. Кузнецов // В сб. материалов межд. конф. (К 100-летию со дня рождения акад. ВАСХНИЛ Т. Н. Кулаковской). Под редакцией В.Г. Сычева «Плодородие почв России. Состояние и возможности» 26-27 ноября 2019, Москва, ВНИИА. 2019. С. 377-386.

2. Агроэкологическая эффективность применения бактериальных удобрений в картофелеводстве: монография / Л.С. Федотова, С.В. Жевора, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева, А.Э. Шабанов, А.И. Киселев // ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», 2021. 102 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

4. Иванов А.И., Конашенков А.А. Снижение зависимости земледелия Северо-Запада России от погодно-климатических аномалий: проблемы и решения // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 5. С.32-37.

5. Иванов А.И., Янко Ю.Г. Мелиорация как необходимое средство развития земледелия Нечерноземной зоны России // Агрофизика. 2019. № 1. С. 67-78.

6. Кожемяков А.П., Белоброва С.Н., Орлова А.Г. Создание и анализ базы данных по эффективности микробных биопрепаратов комплексного действия // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 112-115.

7. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле: ФГБНУ ВНИИКХ, 2019. 120 с.

8. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. Москва: НИИКХ, 1989. 142 с.

9. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология: учеб. для вузов // Москва: Дрофа. 2003. 622 с.

10. Шабанов А.Э., Киселев А.И., Шабанов Н.Э. Урожайность сортов картофеля при создании оптимального агрофона выращивания // Биоразнообразие и рациональное

использование природных ресурсов: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. Москва, 2018. С. 359-363.

11. Chebotar V.K., Gancheva M.S., Voshol G.P., et al. Draft Genome Sequence of the Tomato Stem Endophyte *Bacillus safensis* TS3 // *Microbial Resour Announc.* 2022. Pp. 0081622.

12. Chebotar V., Khotyanovich A., Cazacov A. EXTRASOL - A new multifunctional biopreparation for ecologically safe agriculture // In: *Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones IX*. H. Kleeberg&CP. W. Zebitz (eds). Druck&Graphic, Gies-sen. 2000. Pp. 127-134.

13. Chebotar, V.K.; Voshol, G.P.; Malfanova, N.V.; Chizhevskaya, E.P.; Zaplatkin, A.N.; Komarova, O.V.; Baganova, M.E.; Lazarev, A.M.; Balakina, S.V. Draft genome sequence of plant growthpromoting *Bacillus velezensis* BS89 // *Microbial Resour Announc.* 2021. No. 10. Pp. 01294-20.

14. Kavimandan S.K., Gaur A.C. Effect of seed inoculation with *Pseudomonas* sp., on phosphate uptake and yield of maize // *Current Sci.* 1971. Vol. 40. Pp. 439.

15. Kobayashi D.Y., Palumbo J.D. Bacterial endophytes and their effects on plants and uses in agriculture // In: «*Microbial endophytes*». Ed. C. W. James and J. F. White, Jr. Marcel Dekker Inc., New York, 2000. Pp. 199-233.

References

1. Agroecological effectiveness of biomodified mineral fertilizers and biologically active preparations in potato growing. L.S. Fedotova, N.A. Timoshina, E.V. Knyazeva, S.V. Zhevora, A.E. Shabanov, A.I. Kiselev, S.S. Kuznetsov. In the collection materials between conf. (To the 100th anniversary of the birth of Academician VASKHNIL T. N. Kulakovskaya). Edited by V.G. Sychev «*Fertility of the soils of Russia. State and opportunities*», November 26-27, 2019, Moscow: VNIIA Publ., 2019, pp. 377-386.

2. Agroecological Effectiveness of the Use of Bacterial Fertilizers in Potato Growing (Monograph). Federal State Budgetary Scientific Institution of Potato Research Center named after A.G. Lorkh, L.S. Fedotova, S.V. Zhevora, N.A. Timoshina, E.V. Knyazeva, A.E. Shabanov, A.I. Kiselev. FGBNU «*IC potato named after A.G. Lorch*», 2021. 102 p.

3. Dosphehov B.A. Field experience methodology. 5th ed. add. and rework. B.A. Dosphehov. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.

4. Ivanov A.I., Konashenkov A.A. Reducing the dependence of agriculture in the North-West of Russia on weather and climatic anomalies: problems and solutions. *Reclamation and water management*, 2018, no 5, pp.32-37.

5. Ivanov A.I., Yanko Yu.G. Reclamation as a necessary means of developing agriculture in the NonChernozem zone of Russia. *Agrophysics*, 2019, no 1, pp. 67-78.

6. Kozhemyakov A.P., Belobrova S.N., Orlova A.G. Creation and analysis of a database on the effectiveness of complex action microbial biologics. *Agricultural biology*, 2011, no. 3, pp. 112-115.

7. Methodology for Agrotechnical Experiments, Surveys, Observations and Analysis on Potatoes. Moscow: FGBNU VNIKKh Publ., 2019. 120 p.

8. The method of physiological and biochemical studies of potatoes. Moscow: NIIKKh Publ., 1989. 142 p.

9. Nikolaykin N.I., Nikolaykina N.E., Melekhova O.P., Ecology: Textbooks for universities. Moscow: Bustard Publ., 2003. 622 p.

10. Shabanov A.E., Kiselev A.I. Shabanov N.E. Yield of potato varieties in the creation of opti-male agrophon cultivation. Biodiversity and rational use of natural resources: Materials of the VI All-Russian scientific and practical conference, with international participation. Moscow, 2018. Pp. 359-363.

11. Chebotar V.K., Gancheva M.S., Voshol G.P., et al. Draft Genome Sequence of the Tomato Stem Endophyte *Bacillus safensis* TS3. *Microbial Resour Announc.* 2022, pp. 0081622.

12. Chebotar V., Khotyanovich A., Cazacov A. EXTRASOL - A new multifunctional biopreparation for ecologically safe agriculture. In: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones IX. H. Kleeberg&CP. W. Zebitz (eds), Druck&Graphic, Gies-sen, 2000, pp. 127-134.

13. Chebotar, V.K.; Voshol, G.P.; Malfanova, N.V.; Chizhevskaya, E.P.; Zaplatkin, A.N.; Komarova, O.V.; Baganova, M.E.; Lazarev, A.M.; Balakina, S.V. Draft genome sequence of plant growthpromoting *Bacillus velezensis* BS89. *Microbial Resour Announc*, 2021, no. 10, pp. 01294-20.

14. Kavimandan S.K., Gaur A.C. Effect of seed inoculation with *Pseudomonas* sp., on phosphate uptake and yield of maize. *Current Sci*, 1971, vol. 40, pp. 439.

15. Kobayashi D.Y., Palumbo J.D. Bacterial endophytes and their effects on plants and uses in agriculture. In: «Microbial endophytes». Ed. C. W. James and J. F. White, Jr. Marcel Dekker Inc., New York, 2000, pp. 199-233.

Информация об авторах

С.В. Жевора – доктор сельскохозяйственных наук, директор;

Л.С. Федотова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии и биохимии;

Н.А. Тимошина – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией агрохимии и биохимии;

Е.В. Князева – старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и биохимии;

А.Э. Шабанов – доктор сельскохозяйственных наук, зав. отделом агроэкологической оценки сортов и гибридов.

Information about authors

S.V. Zhevora – Doctor of agricultural sciences, director;

L.S. Fedotova – Doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher laboratory of agrochemistry and biochemistry;

N.A. Timoshina – Candidate of agricultural sciences, head. laboratory of agrochemistry and biochemistry;

E.V. Knyazeva – Senior researcher laboratory of agrochemistry and biochemistry;

A.E. Shabanov – Doctor of agricultural sciences, head. department of agroecological assessment of varieties and hybrids.

Научная статья

УДК 631.86

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-85-90

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОПЫТЕ УДОБРЕНИЙ

Бутов Максим Дмитриевич¹, Леденёв Иван Михайлович²,

Зубкова Татьяна Владимировна³✉

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

¹maksim.butov.2000@yandex.ru

²ivan-ledenyow.student@yandex.ru

³zubkovatanua@yandex.ru✉

Аннотация. Исследовано использование побочных продуктов животноводства в качестве удобрений под яровую пшеницу сорта Аквилон и озимую пшеницу сорта Степь. Одной из важных задач сельхозтоваропроизводителей является использование удобрений при возделывании агрокультур с минимальным отрицательным эффектом на почву и конечную готовую продукцию. Опыты проводились в условиях Елецкого района Липецкой области на учебном поле ЕГУ им. И.А. Бунина в 2021-2023 гг. Исследования осуществляли по следующим схемам опыта. Схема опыта 1: 1.Контроль. 2.Рогокопытный шрот. 3.Кровяная мука. 4.Овечья шерсть. 5. Перо птицы. Внесение отходов осуществляли в дозе 150 г/м. Схема опыта 2 включала в себя те же варианты, но предварительно отходы подвергались ферментации препаратами Микориза и СБТ-Экосоил (5 г действующего вещества на 1 кг отходов). Высокая продуктивность получена от применения в качестве удобрения овечьей шерсти, которая характеризовалась высокими показателями по азоту (18,3%) и фосфору (1,1%). На 1,7% азота отмечалось меньше в рогокопытном шроте, в птичьем пере на 3,1% и в кровяной муке на 4,4%. В данных видах отходов фосфор находился в пределах 0,7-0,85%. Использование органических отходов способствовало увеличению протеина и клейковины в зерне. Максимальное количество клейковины отмечалось в зерне, полученном на вариантах рогокопытный шрот (21,4%) и овечья шерсть (21,8%). Максимальная урожайность яровой и озимой пшеницы зафиксирована на варианте с применением овечьей шерсти, которая составила соответственно 78,1 и 94,2 ц/га.

Ключевые слова: удобрение, овечья шерсть, кровяная мука, рогокопытный шрот, перья, азотосодержащие отходы животного происхождения

Для цитирования: Бутов М.Д., Леденев И.М., Зубкова Т.В. Продуктивность и качество зерновых культур в зависимости от используемых в опыте удобрений // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1 (31). С. 85-90. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-85-90>.

Original article

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN CROPS DEPENDING ON THE FERTILIZERS USED IN THE EXPERIMENT

Maxim D. Butov¹, Ivan M. Ledenev², Tatiana V. Zubkova³✉

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

¹maksim.butov.2000@yandex.ru

²ivan-ledenyow.student@yandex.ru

³zubkovatanua@yandex.ru✉

Abstract. The use of animal by-products as fertilizers for spring wheat of the Aquilon variety and winter wheat of the Steppe variety has been studied. One of the important tasks of agricultural producers is the use of fertilizers in the cultivation of agricultural crops with minimal negative effect on the soil and final finished products. The experiments were conducted in the conditions of the Yelets district of the Lipetsk region on the training field of I.A. Bunin YSU in 2021-2023. The research was carried out according to the follow-

ing experimental schemes. The scheme of the experience is 1: 1.Control; 2.Corn meal; 3.Blood meal; 4.Sheep wool; 5. Bird feather. The introduction of waste was carried out at a dose of 150 g /m². The scheme of experiment 2 included the same options, but previously the waste was fermented with Mycorrhiza preparations and SBT-Ecosoil (5 g of active substance per 1 kg of waste). High productivity was obtained from the use of sheep wool as a fertilizer, which was characterized by high nitrogen (18.3%) and phosphorus (1.1%). There was 1.7% less nitrogen in the horn meal, 3.1% less in bird feather and 4.4% less in blood meal. In these types of waste, phosphorus was in the range of 0.7-0.85%. The use of organic waste has contributed to an increase in protein and gluten in the grain. The maximum amount of gluten was noted in the grain obtained in the variants of corn meal (21.4%) and sheep wool (21.8%). The maximum yield of spring and winter wheat was recorded on the variant using sheep wool, which amounted to 78.1 and 94.2 kg/ha, respectively.

Keywords: fertilizer, sheep wool, blood meal, horn meal, feathers, nitrogen-containing waste of animal origin

For citation: Butov M.,D., Ledenev I.M., Zubkova T.V. Productivity and quality of grain crops depending on the fertilizers used in the experiment. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1 (31), pp. 85-90. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-85-90>.

Введение

Мясоперерабатывающая промышленность производит большое количество побочных продуктов, примерно 150 миллионов тонн в год. Живая масса животных подразделяется на съедобные, несъедобные и побочные продукты, которые составляют 66%, 52% и 80% от общей живой массы крупного рогатого скота, баранины и птицы соответственно. В настоящее время лишь небольшой процент этих побочных продуктов используется для производства продуктов с высокой добавленной стоимостью, таких как корма для животных, но основным направлением является их прямое захоронение на свалках. Существующие способы по утилизации этих побочных продуктов являются проблематичными, способствуя загрязнению окружающей среды, деградации почвы и загрязнению воздуха. При этом такие отходы могут быть богаты микро и макроэлементами.

Азот – является одним из самых важных питательных элементов для растений. Существует широкий спектр доступных органических источников азота, но они различаются по стоимости, содержанию и доступности.

Недостаток азота может сказаться на эффективности и прибыльности производства в растениеводстве, и в то же время неэффективное использование азотистых удобрений может привести к загрязнению водоемов, прилегающих к сельскохозяйственным угодьям.

Управление плодородием является важным аспектом для производства зерновых культур, особенно когда мы имеем дело с органическим сельским хозяйством.

Отходы животноводства, скотобоен и текстильной промышленности, которые включают в себя шерсть, перья, копыта и рога составляют во всем мире более 5 000 000 тонн в год. В последние годы с ростом спроса на экологически чистые материалы. Данные белковые побочные продукты стали рассматриваться как возобновляемый ресурс в качестве удобрений [1].

В год одна овца грубошерстной породы может принести 0,6 кг шерсти. В отраслях по переработке шерсти около 10-15% шерсти считается отходами. Отходы шерсти легкие, объёмные и белковые по своей природе.

Органические добавки постепенно внедряются в земледелии в качестве альтернативы синтетическим удобрениям с целью улучшения состояния почвы. Эффективная переработка органических отходов поможет снизить загрязнение окружающей среды и способствовать увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Известно, что овечья шерсть содержит 50% углерода, 14,6% азота, 5% серы и такие микроэлементы, как кобальт, медь, железо, марганец, цинк и молибден, которые играют жизненно важную роль в питании растений. Также отходы шерсти выступают в качестве водосберегающего субстрата, поскольку способны сохранять значительное количество влаги при использовании их в

качестве удобрения [2,4]. Птичье перо составляет до 10% от общей массы тела цыплят и образуется в огромных количествах на птицебойнях, а также в домашнем хозяйстве при переработке птицы. Эти миллиарды килограммов пера создают серьезную проблему твердых отходов во всем мире. Утилизация птичьего пера является сложным и дорогим процессом, а его нынешнее использование не имеет экономической ценности. Из перьев делают кормовую добавку, сначала перо обжаривают или обрабатывают при повышенной температуре и давлении, а после сушки его измельчают в порошок. Такой процесс является дорогостоящим, а белок, содержащийся в порошке, обладает низкой питательной ценностью. Перьевую муку в отдельных странах используют, как биоудобрение, которое является легкодоступным и недорогим источником азота (до 15% общего азота) [7].

Рогокопытный шрот – одно из органических удобрений, которое наиболее широко используется итальянскими сельхозпроизводителями. Оно применяется в комплексе с химическими удобрениями для выращивания сельскохозяйственных культур.

Известным фактом является то, что рогокопытный шрот содержит около 14% азота [3, 5].

Кровяная мука – это органическое азотное удобрение, содержащее около 10-13% органического азота. Влияние кровяной муки на органическое вещество почвы и ее плодородие в настоящее время является мало изученным вопросом [6].

В связи с увеличением потребительского спроса на животноводческую продукцию и в последующем несоблюдении санитарных норм по утилизации азотосодержащих отходов, таких как волокнистые побочные продукты шерстяной текстильной промышленности, рогокопытный шрот, птичье перо и кровяная мука представляет собой серьезную экологическую проблему. В данном случае стоит острый вопрос по разработке эффективной технологии использования данных отходов в качестве удобрения в растениеводстве.

Цель исследования – определить качество зерновых культур на фоне применения отходов животного происхождения.

Объекты и методы исследований

Опыты проводились в 2021-2023 годах в условиях учебного опытного поля и научно-исследовательской лаборатории ЕГУ имени И. А. Бунина.

Схема опыта 1: 1.Контроль. 2.Рогокопытный шрот. 3.Кровяная мука. 4.Овечья шерсть. 5. Перо птицы. Внесение отходов осуществляли в дозе 150 г/м².

Схема опыта 2 включала в себя те же варианты, но предварительно отходы подвергались ферментации препаратами Микориза и СБТ-Экосоил (5 г действующего вещества на 1 кг отходов).

Размер посевной делянки составил 2×4 м, а учетной – 1×2 м. Удобрения вносили перед посевом. Норма высева пшеницы составила 400 шт./м².

Объекты исследования – сорт яровой пшеницы Аквилон и сорт озимой пшеницы Степь. Аквилон создан из гибридных форм СРВТ 03-818 х Amaretto. Сорт среднеурожайный, устойчив к полеганию, вредителям и болезням. Среднеспелый сорт озимой пшеницы Степь включен в государственный реестр селекционных достижений РФ в 2018 году.

СБТ-Экосоил – препарат для улучшения микробиологического состояния почвы, содержит концентрированные формы ризосферных микроорганизмов.

Микориза – содержит дружественные растениям грибы, которые формируют с корнями взаимовыгодный симбиоз.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ отходов на содержание макроэлементов показал, что максимальное количество азота зафиксировано в овечьей шерсти - 18,3%. На 1,7% азота было меньше в рогокопытном шроте, в птичьем пере на 3,1% и в кровяной муке на 4,4%. Высокими показателями по фос-

фору отличались отходы овечьей шерсти (1,1%). В остальных видах отходов данный элемент находился в пределах 0,7-0,85% (табл.1).

Таблица 1. Показатели качества отходов

Показатель	Рогокопытный шрот	Кровяная мука	Овечья шерсть	Птичье перо
Азот, %	16,6	13,9	18,3	15,2
Фосфор, %	0,8	0,7	1,1	0,85
Калий, %	0,95	0,09	0,9	1,1

Показатели качества зерна пшеницы, полученного на вариантах, где вносили отходы в качестве удобрения, были выше относительно контроля. Протеин находился в пределах от 12,9 до 14,1%, а на контроле – 12,1%. Количество клейковины максимальное отмечалось в зерне, полученном на вариантах рогокопытный шрот (21,4%) и овечья шерсть (21,8%) (табл.2).

Таблица 2. Урожайность и показатели качества зерна пшеницы при использовании отходов

	Контроль	Рогокопытный шрот	Кровяная мука	Овечья шерсть	Птичье перо
Озимая пшеница					
Протеин, %	12,1	13,5	12,9	14,1	13,3
Влажность, %	12,9	12,7	12,6	13,0	12,7
Клейковина, %	18,4	21,4	20,3	21,8	20,8
ЧП, с	69	73	79	91	70
Стекловидность, %	43	51	50	67	54
Натура, г/л	750	898	789	942	827
Масса, 1000 шт	39,7	41,3	40,7	42,6	41,9
Урожайность, ц/га	75,0	89,8	78,9	94,2	82,7
Яровая пшеница					
Протеин, %	14,7	14,8	15,0	16,5	15,7
Влажность, %	12,1	12,3	12,1	12,4	12,2
Клейковина, %	26,3	26,8	28,4	31,3	30,2
ЧП, с	220	228	298	333	319
Стекловидность, %	69	74	86	91	87
Натура, г/л	728	730	731	789	764
Масса, 1000 шт	32,8	3,3,0	34,8	36,5	36,2
Урожайность, ц/га	47,8	54,6	57,5	78,1	67,7

Урожайность озимой пшеницы составила по вариантам 75,0-94,2 ц/га, а яровой – 47,8-78,1ц/га.

Листовую диагностику на обеспеченность азотом в вегетативной массе растений пшеницы осуществляли с помощью N-Test "ЯРА" в фазе выхода в трубку. Установлено, что на вариантах с применением препаратов СБТ-Экосоил и Микориза содержание азота в растениях было более высокое относительно контроля. Следовательно, микроорганизмы и грибы, содержащиеся в исследуемых агрохимикатах, помогают быстрому и эффективному разрушению кератина, находящегося в отходах животного происхождения, тем самым способствуя более быстрому потреблению азота растениями (табл.3).

Таблица 3. Показания «N-Test» на пшенице в вегетативной массе, %

	Контроль	Рогокопытный шрот	Кровяная мука	Овечья шерсть	Птичье перо
озимая пшеница					
Контроль	427	458	415	537	498
СБТ-Экосоил	462	476	432	555	518
Микориза	454	461	429	549	516
яровая пшеница					
Контроль	567	571	585	674	623
СБТ-Экосоил	598	613	627	729	667
Микориза	607	620	369	721	680

Показания «N-Test» были максимальными на варианте с применением в качестве органического удобрения овечьей шерсти, предварительно обработанной СБТ-Экосоил, которые составили у озимой пшеницы – 555, а у яровой – 729.

Выводы

1. По данным исследований, отходы животного происхождения с высоким содержанием азота можно использовать в сельскохозяйственном производстве, а именно как удобрение для повышения урожайности с целью получения органической продукции.
2. Максимальная урожайность яровой и озимой пшеницы зафиксирована на варианте с применением овечьей шерсти, которая составила соответственно 78,1 и 94,2 ц/га.

Список источников

1. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помета и применение его в технологии ярового рапса на семена // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (53). С. 46-55.
2. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Продуктивность сельскохозяйственных культур при использовании органоминеральных удобрений на основе отработанного грибного компоста // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 1. С. 20-30.
3. Abdallah A., Ugolini F., Baronti S., Maienza A., Camilli F., Bonora L., Martelli F., Primi-cerio J., Ungaro F. The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil // Int J Recycl Org Waste Agric. 2019.
4. Ciavatta C. et al. Influence of blood meal organic fertilizer on soil organic matter: A laboratory study // Journal of plant nutrition. 1997. Vol. 20. No. 11. Pp. 1573-1591.
5. Jang J.E. et al. Application effects of organic fertilizer utilizing livestock horn meal as domestic organic resource on the growth and crop yields // Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association. 2019. Vol. 27. No. 2. Pp. 19-30.
6. Joardar, J.C., Rahman, M.M. Poultry feather waste management and effects on plant growth // Int J Recycl Org Waste Agricult. 2018. Pp. 183-188.
7. Perça-Crişan S. et al. Closing the loop with keratin-rich fibrous materials // Polymers. 2021. Vol. 13. No. 11. Pp. 1896.

References

1. Zubkova T.V., Vinogradov D.V. Properties of organomineral fertilizer based on chicken manure and its application in the technology of spring rapeseed for seeds. Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2021, no. 1 (53), pp. 46-55.
2. Zubkova T.V., Vinogradov D.V. Productivity of agricultural crops when using organomineral fertilizers based on spent mushroom compost. Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy, 2023, vol. 18, no 1, pp. 20-30.

3. Abdallah A, Ugolini F, Baronti S, Maienza A, Camilli F, Bonora L, Martelli F, Primicerio J, Ungaro F. The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil. *Int J Recycl Org Waste Agric*, 2019.

4. Ciavatta C. et al. Influence of blood meal organic fertilizer on soil organic matter: A laboratory study. *Journal of plant nutrition*, 1997, vol. 20, no. 11, pp. 1573-1591.

5. Jang J. E. et al. Application effects of organic fertilizer utilizing livestock horn meal as domestic organic resource on the growth and crop yields. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*, 2019, vol. 27, no. 2, pp. 19-30.

6. Joardar J.C., Rahman, M.M. Poultry feather waste management and effects on plant growth. *Int J Recycl Org Waste, Agricult* 7, 2018, pp. 183-188.

7. Perța-Crișan S. et al. Closing the loop with keratin-rich fibrous materials. *Polymers*, 2021, vol. 13, no. 11, pp. 1896.

Информация об авторах

М.Д. Бутов – студент;

И.М. Леденев – студент;

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

Information about the authors

M. D. Butov – Student;

I. M. Ledenev – Student;

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

Научная статья

УДК 631.1

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-91-98

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Киселёва Татьяна Сергеевна^{1✉}

¹Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюменская область, Тюмень, Россия

¹KiselevaT2501@yandex.ru✉

Аннотация. Важный постоянно действующий элемент любой системы земледелия - механическая обработка почвы, и в современных условиях она приобретает ведущую роль в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур [13]. Основной вектор развития современного земледелия направлен в сторону минимизации обработки почвы, так как глубокая вспашка и многократные культивации, помимо высоких энергозатрат, усиливают эрозию почвы и физическое испарение почвенной влаги, что особенно негативно для территорий с недостаточным и нестабильным увлажнением [8]. В системе технологических мероприятий по повышению продуктивности культур важная роль принадлежит обработке, с помощью которой создается необходимый комплекс условий для жизнедеятельности растений. В Тюменской области при возделывании сельскохозяйственных культур дифференцированная и отвальная основная обработка почвы показывает преимущество над безотвальной и нулевой обработками. Минимизация и отказ от основной обработки почвы приводит к снижению урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур [14]. При изучении урожайности и экономической эффективности возделывания гороха в 2018-2019 гг. на базе ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья было выявлено, что применение отвальной обработки почвы привело к увеличению рентабельности выращивания гороха. Достигнут наибольший уровень рентабельности при возделывании гороха (53,5%) по отвальной обработке почвы (вспашка, 20-22 см), что выше безотвальной обработки (20-22 см) на 13,6% и выше дифференцированной на 19,5%, отказ от основной обработки приводит к снижению уровня рентабельности на 33,7% по гороху.

Ключевые слова: горох, урожайность, экономическая эффективность, обработка данных

Для цитирования: Киселёва Т.С. Экономическая эффективность возделывания гороха в Тюменской области // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1 (31). С. 91-98. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-91-98>.

Original article

ECONOMIC EFFICIENCY OF PEAS CULTIVATION IN THE TYUMEN REGION

Tatiana S. Kiseleva^{1✉}

¹Northern Trans-Urals State Agrarian University, Tyumen Region, Tyumen, Russia

¹KiselevaT2501@yandex.ru✉

Abstract: Mechanical tillage is an important permanent element of any farming system, and in modern conditions it acquires a leading role in increasing crop yields [13]. The main vector of development of modern agriculture is directed towards minimizing tillage, since deep plowing and repeated cultivation, in addition to high energy consumption, increase soil erosion and physical evaporation of soil moisture, which is especially negative for areas with insufficient and unstable moisture [8]. In the system of technological measures to increase crop productivity, an important role belongs to processing, which creates the necessary set of conditions for the vital activity of plants. In the Tyumen region, when cultivating agricultural crops, differentiated and dump basic tillage shows an advantage over non-dump and zero tillage. Minimization and abandonment of basic tillage leads to a decrease in the yield of cultivated crops [14]. When studying the yield and economic efficiency of pea cultivation in 2018-2019 on the basis of the Federal State Bud-

getary Educational Institution of the GAU of the Northern Urals, it was revealed that the use of dump tillage led to an increase in the profitability of pea cultivation. The highest level of profitability has been achieved in the cultivation of peas (53.5%) for dump tillage (plowing, 20-22 cm), which is 13.6% higher than non-fallow tillage (20-22 cm) and 19.5% higher than differentiated, the rejection of basic processing leads to a decrease in profitability by 33.7% for peas.

Keywords: peas, yield, economic efficiency, data processing

For citation: Kiseleva T.S. Economic efficiency of peas cultivation in the Tyumen region. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1 (31), pp. 91-98. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-91-98>.

Введение

Правильно подобранные элементы технологии возделывания – это залог будущего хорошего урожая возделываемых сельскохозяйственных культур, поскольку и основная обработка почвы оказывает влияние на урожайность и засоренность, и применение средств защиты растений, и севооборот, и предшественник, и сорт [7, 10, 11, 12]. В настоящее время развитие экономики во многих случаях противоречит экологическим интересам общества, [2] поэтому экологические проблемы региона, которые возникают в результате экономической деятельности, приобретают особую важность [1, 13, 19]. В ходе исследований многих авторов было установлено, что наиболее урожайным оказался сорт гороха Ямальский [5, 6]. Однако растениеводческой отрасли надо продолжать совершенствовать использование пашни, [4, 17] обновлять машинный парк, рационально использовать удобрения и средства защиты растений на научно-обоснованной основе [8, 12, 18].

Актуальным остается вопрос об экономической эффективности [19] возделывания гороха на современном этапе, поскольку данная культура имеет большое значение в области животноводства и растениеводства как питательной ценностью, так и лучшим предшественником для сельскохозяйственных культур [20].

Цель исследования: изучить влияние основной обработки почвы на экономическую эффективность возделывания гороха.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили по утвержденным методикам и согласно вариантам опыта в 2018-2019 гг. на базе ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья. Сорт гороха Ямальский. Общая площадь опыта с защитными полосами 4987,5 м² (0,5 га), под одним вариантом – 712,5 м² (12,5x57,0 м), учетная площадь составляет 384,0 м² (8,0x48,0 м), учетная площадь одной повторности – 128,0 м² (8,0x16,0 м). Повторность опыта трёхкратная. Размещение последовательное.

Схема опыта: 1. Отвальная, 20-22 см контроль; 2. Отвальная, 12-14 см; 3. Безотвальная, 20-22 см; 4. Безотвальная, 12-14 см; 5. Дифференцированная, 20-22 см; 6. Дифференцированная, 12-14 см; 7. Без основной обработки.

Урожайность учитывается по вариантам опыта комбайном TERRION– 2010 в трехкратной повторности. Уборку урожая проводили при 16% влажности зерна. Бункерная урожайность с каждой делянки взвешивается и пересчитывается на 16% влажность и 100% чистоту [3]. Экономическая эффективность рассчитана согласно затратам по технологическим картам, математическая обработка данных рассчитана средствами Пакета анализа MS Excel и средствами пакета StatSoft Statistica [18].

Результаты исследований и их обсуждение

За два года исследований при возделывании гороха наиболее экономически выгодным оказался контрольный вариант – отвальная обработка почвы (20-22 см), при урожайности 2,22 т/га прибыли 14440 руб./га и рентабельности 53,5% (табл. 1).

При урожайности гороха 1,20-2,22 т/га выручка составила 22420-41420 руб./га при стоимости 1 тонны зерна гороха сорта Ямальский 19000 руб./т.

Уменьшение глубины обработки почвы привело к снижению выручки, а именно по отвальной обработке ниже на 5700 рублей, по безотвальной на 6650 рублей, по дифференцированной на 5130 рублей [7].

Прибыль по отвальной обработке почвы (20-22 см) составила 14440 руб./га, при отвальной (12-14 см) ниже контроля на 2860 руб./га. На вариантах с безотвальной обработкой почвы (20-22 см) прибыль оказалась меньше контрольного варианта на 4690 руб./га, с дифференцированной (20-22 см) меньше на 5760 руб./га.

Затраты по вариантам обработки на 20-22 см составили 24450-26980 руб./га, по мелким обработкам меньше на 1883-3088 руб./га. Большие затраты по отвальной обработке (20-22 см) объясняются большей урожайностью на этом варианте, а также увеличением напряженности в работе техники, которая выражается в уменьшении скорости движения и увеличении расхода горюче-смазочных средств, по сравнению с другими технологиями обработки почвы. По безотвальной обработке (20-22 см) затраты меньше контроля на 2530 руб./га, по дифференцированной – на 1460 руб./га.

Таблица 1. Экономическая эффективность возделывания гороха по основной обработке почвы, 2018-2019 гг.

Основная обработка почвы	Урожайность, т/га	Выручка, руб./га	Затраты, руб./га	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
Отвальная, 20-22 см контроль	2,22	41420	26980	14440	53,5
Отвальная, 12-14 см	1,90	35720	24140	11580	47,9
Безотвальная, 20-22 см	1,83	34200	24450	9750	39,9
Безотвальная, 12-14 см	1,50	27550	22567	4983	16,9
Дифференцированная, 20-22 см	1,84	34200	25520	8680	34,0
Дифференцированная, 12-14 см	1,58	29070	22432	6638	29,6
Без основной обработки	1,20	22420	18267	4153	19,8

Влияние обработки почвы на урожайность гороха доказаны статистически и представлены на рисунке 1.

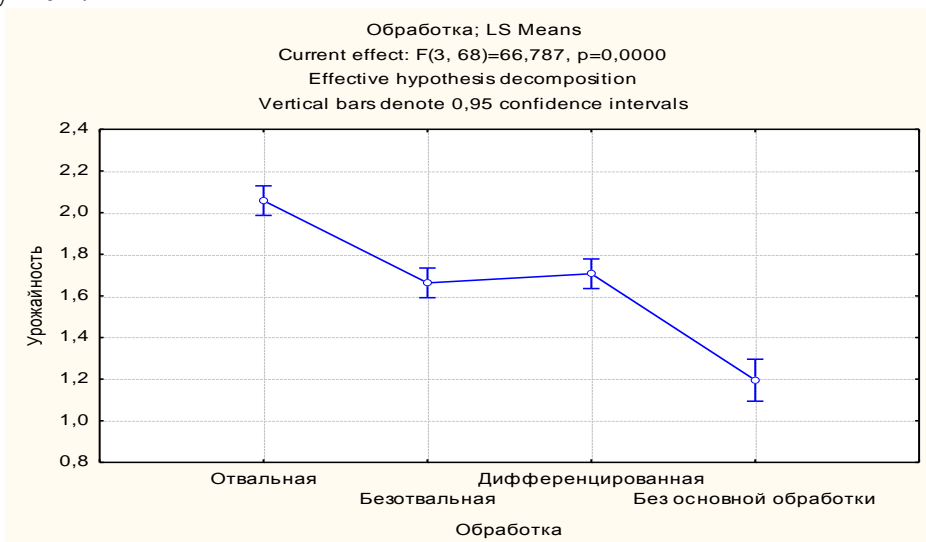


Рисунок 1. Двухфакторный дисперсионный анализ различий урожайности гороха, 2018-2019 гг.

Различия между вариантами обработки в среднем по годам в высшей степени статистически значимы ($p < 0,0000$) и доказаны математической обработкой (табл. 2).

Таблица 2. Статистическая обработка данных урожайности гороха, 2018-2019 гг.

Обработка; LSMeans (Урожайность-горох.sta) Effectivehypothesisdecomposition						
	Обработка	Урожайность	Урожайность	Урожайность	Урожайность	N
		Mean	Std.Err.	-95,00%	95,00%	
1	Отвальная	2,0575	0,03569	1,986283	2,128717	24
2	Безотвальная	1,6625	0,03569	1,591283	1,733717	24
3	Дифференцированная	1,70625	0,03569	1,635033	1,777467	24
4	Без основной обработки	1,195	0,050473	1,094283	1,295717	12

Post-hoc по обработкам

LSD test; variable Урожайность (Урожайность-горох.sta) Error: Between MS = ,03057, df = 68,000					
	Обработка	{1}	{2}	{3}	{4}
		2,0575	1,6625	1,7063	1,195
1	Отвальная		нет	нет	нет
2	Безотвальная	нет		0,389097	нет
3	Дифференцированная	нет	0,389097		нет
4	Без основной обработки	нет	нет	нет	
Tukey HSD test; variable Урожайность (Урожайность-горох.sta) Error: Between MS = ,03057, df = 68,000					
	Обработка	{1}	{2}	{3}	{4}
		2,0575	1,6625	1,7063	1,195
1	Отвальная		0,000151	0,000151	0,000151
2	Безотвальная	0,000151		0,821963	0,000151
3	Дифференцированная	0,000151	0,821963		0,000151
4	Без основной обработки	0,000151	0,000151	0,000151	

Анализ зависимости основной обработки почвы на урожайности гороха – прямая, что доказано статистической обработкой данных (Рис. 2). Это свидетельствует о том, что обработка почвы является важным фактором для получения высоких урожаев, т.к. при обработке почвы с отвалом пласта урожайность будет выше, без отвала способствует большему размножению сорняков, болезней и вредителей.

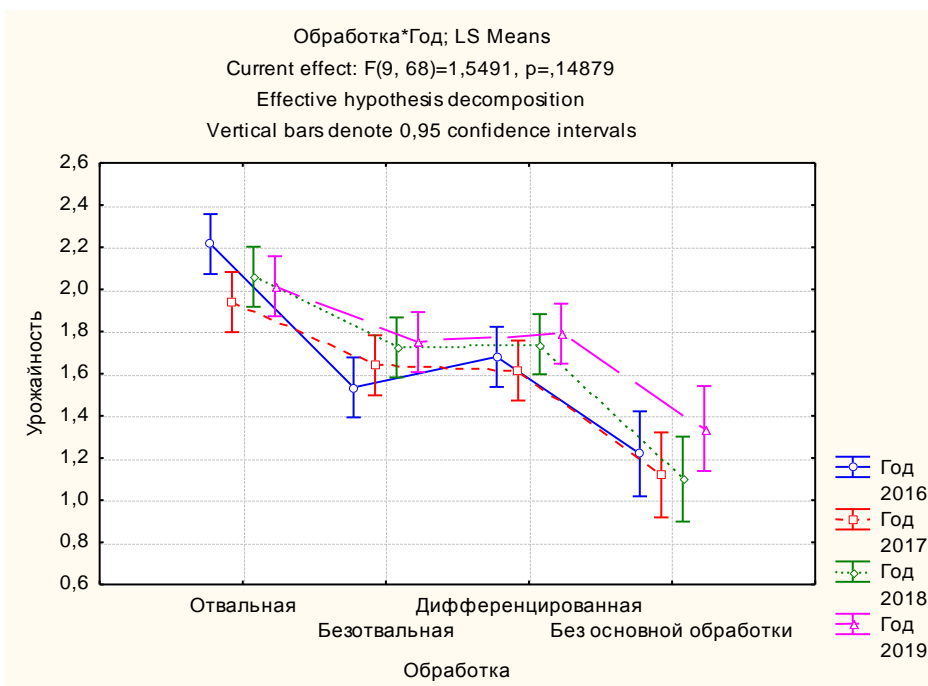


Рисунок 2. Зависимость основной обработки почвы и урожайности гороха, 2016-2019 гг.

Различия между вариантами обработки в среднем по годам в высшей степени статистически незначимы ($p < 0,14879$) (табл. 3).

Таблица 3. Статистическая обработка данных урожайности гороха по годам и обработкам, 2018-2019 гг.

№	Обработка	Год	Урожайность				N
			Mean	Std.Err.	-95,00%	95,00%	
1	Отвальная	2016	2,215	0,071379	2,072565	2,357435	6
2	Отвальная	2017	1,94	0,071379	1,797565	2,082435	6
3	Отвальная	2018	2,06	0,071379	1,917565	2,202435	6
4	Отвальная	2019	2,015	0,071379	1,872565	2,157435	6
5	Безотвальная	2016	1,535	0,071379	1,392565	1,677435	6
6	Безотвальная	2017	1,64	0,071379	1,497565	1,782435	6
7	Безотвальная	2018	1,725	0,071379	1,582565	1,867435	6
8	Безотвальная	2019	1,75	0,071379	1,607565	1,892435	6
9	Дифференцированная	2016	1,68	0,071379	1,537565	1,822435	6
10	Дифференцированная	2017	1,615	0,071379	1,472565	1,757435	6
11	Дифференцированная	2018	1,74	0,071379	1,597565	1,882435	6
12	Дифференцированная	2019	1,79	0,071379	1,647565	1,932435	6
13	Без основной обработки	2016	1,22	0,100945	1,018567	1,421433	3
14	Без основной обработки	2017	1,12	0,100945	0,918567	1,321433	3
15	Без основной обработки	2018	1,1	0,100945	0,898567	1,301433	3
16	Без основной обработки	2019	1,34	0,100945	1,138567	1,541433	3

Выводы

1. Наибольшая рентабельность получена при отвальной обработке почвы (20-22 см) – 53,5%, по безотвальной (20-22 см) меньше на 13,6%, по дифференцированной (20-22 см) –

на 19,5%. Уменьшение глубины обработки почвы привело к снижению уровня рентабельности на 5,6% по отвальной, на 22,1% по безотвальной и на 4,4% по дифференцированной.

2. Использование статистической обработки данных позволило установить значение основной обработки почвы на урожайность гороха в условиях северной лесостепи Тюменской области. Некоторое отклонение показателей урожайности имело нелинейный характер, потому как опытное поле находится в зоне рискованного земледелия, и погодные условия варьируются из года в год.

Список источников

1. Антропов В.А., Миллер С.С. Оценка влияния суммы активных температур, способов обработки почвы и органических удобрений на урожайность кукурузы // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 4(71). С. 76-80.

2. Влияние органических удобрений на продуктивность зернопропашного севооборота в условиях лесостепной зоны Зауралья / С.С. Миллер, Е.А. Демин, Е.И. Миллер, А.В. Фоминцев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (71). С. 93-97.

3. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

4. Киселева Т.С., Рзаева В.В. Засорённость и урожайность свёклы в Тюменской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 3(74). С. 63-67.

5. Киселева Т.С., Рзаева В.В. Запасы доступной влаги при возделывании нута в северной лесостепи Тюменской области // Аграрный вестник Урала. 2019. № 9(188). С. 2-7.

6. Киселева Т.С., Рзаева В.В. Действие агрохимикатов на засоренность и урожайность гороха и нута // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 4(30). С. 91-96.

7. Киселева Т.С. Влияние основной обработки почвы на продуктивность зернобобовых культур в северной лесостепи Западной Сибири: специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, 2022. 262 с.

8. Киселева Т.С., Краснова Е.А. Влияние основной обработки почвы на всхожесть и сохранность зернобобовых культур // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (75). С. 52-56.

9. Корюкина Н.Н. Сравнение продуктивности севооборотов в северной лесостепи Тюменской области // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 10 ноября 2020 года. Том Часть 2. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. С. 190-195.

10. Ларин С.М., Киселева Т.С. Вредоносность сорных растений при возделывании сельскохозяйственных культур // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: Сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Тюмень, 27 февраля – 03 марта 2023 года. Том Часть 6. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. С. 46-50.

11. Основы и продуктивность севооборотов / Т. С. Киселева, С. С. Миллер, А. Н. Моисеев [и др.]. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. 178 с.

12. Павельева А.И. Конкурсное испытание гибридов кукурузы на силос при возделывании по классической технологии, в ПХ «Сибирская Нива – Черепаново» // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : Сборник материалов LIV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 10 ноября 2020 года. Том Часть 2. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. С. 210-214.

13. Рзаева В.В., Абдриисов Д.Н. Гербицидное действие на засоренность посевов яровой пшеницы в Северо-Казахстанской области // *Journal of Agriculture and Environment*. 2023. № 11 (39).
14. Рзаева В.В. Формирование урожайности культур севооборота по основной обработке почвы // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2023. № 4 (75). С. 76-81.
15. Система адаптивно-ландшафтного земледелия в природно-климатических зонах Тюменской области / Н.В. Абрамов, Ю.А. Акимова, Л.Г. Бакшеев [и др.]. Тюмень: Тюменский издательский дом, 2019. 472 с.
16. Сомова С.В. Продуктивность полевых севооборотов с яровой пшеницей в степной зоне на южных черноземах Северного Казахстана: специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство»: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Сомова Светлана Владимировна, 2019. 145 с.
17. Фисунов Н.В., Чекмарева М.Н. Влияние основной обработки на агрофитоценоз и урожайность озимых зерновых в северной лесостепи Тюменской области // *Вестник КрасГАУ*. 2023. № 4 (193). С. 106-113.
18. Хижняк С.В., Пучкова Е.П. Математические методы в агроэкологии и биологии: учебное пособие. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2019. 242 с.
19. Черкасова Е.А., Рзаева В.В. Влияние элементов технологии возделывания на засоренность посевов ярового рапса в условиях Северного Казахстана // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 3 (180). С. 38-43.
20. Чекмарева М.Н., Фисунов Н.В., Скипин Л.Н. Агрофизические свойства почвы при возделывании озимой ржи по основным обработкам и предшественникам в северной лесостепи Зауралья // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2023. № 2 (73). С. 102-107.

Referense

1. Antropov V.A., Miller S.S. Assessment of the influence of the sum of active temperatures, methods of tillage and organic fertilizers on corn yield. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*, 2022, no 4 (71), pp. 76-80.
2. The influence of organic fertilizers on the productivity of grain crop rotation in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals. S. S. Miller, E. A. Demin, E. I. Miller, A.V. Fomintsev. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*, 2022, no. 4(71), pp. 93-97.
3. Dospekhov B.A. *Methodology of experimental business*. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.
4. Kiseleva T.S., Rzaeva V.V. Contamination and beet yield in the Tyumen region. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*, 2023, no. 3 (74), pp. 63-67.
5. Kiseleva T.S., Rzaeva V.V. Reserves of available moisture during chickpea cultivation in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2019, no. 9 (188), pp. 2-7.
6. Kiseleva T.S., Rzaeva V.V. The effect of agrochemicals on the contamination and yield of peas and chickpeas. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2023, no. 4(30), pp. 91-96.
7. Kiseleva T.S. The influence of basic tillage on the productivity of leguminous crops in the northern forest-steppe of Western Siberia: specialty 06.01.01 «General agriculture, crop production»: dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences, 2022. 262 p.
8. Kiseleva T.S., Krasnova E.A. The influence of basic tillage on the germination and preservation of leguminous crops. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*, 2023, no. 4 (75), pp. 52-56.
9. Koryukina N.N. Comparison of crop rotation productivity in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Actual issues of science and economics: new challenges and solutions: Collec-*

tion of materials of the LIV Student Scientific and Practical Conference, Tyumen, November 10, 2020. Volume Part 2. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2020, pp. 190-195.

10. Larin S.M., Kiseleva T.S. The harmfulness of weeds in the cultivation of agricultural crops. Achievements of youth science for the agro-industrial complex: Proceedings of the LVII scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Tyumen, February 27 – 03, 2023. Volume Part 6. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2023, pp. 46-50.

11. Fundamentals and productivity of crop rotations. T.S. Kiseleva, S.S. Miller, A.N. Moiseev [et al.]. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals Publ., 2024. 178 p.

12. Paveleva A.I. Competitive testing of corn hybrids for silage during cultivation using classical technology, in the farm «Siberian Field – Cherepanovo». Current issues of science and economics: new challenges and solutions: Collection of materials of the LIV Student Scientific and Practical Conference, Tyumen, November 10, 2020. Volume Part 2. Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2020, pp. 210-214.

13. Rzayeva V.V., Abdriisov D.N. Herbicidal effect on the contamination of spring wheat crops in the North Kazakhstan region. Journal of Agriculture and Environment, 2023, no. 11 (39).

14. Rzaeva V. V. Formation of crop yields of crop rotation for basic tillage. Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University, 2023, no. 4 (75), pp. 76-81.

15. The system of adaptive landscape agriculture in the natural and climatic zones of the Tyumen region. N.V. Abramov, Yu.A. Akimova, L.G. Baksheev [et al.]. Tyumen: Tyumen Publishing House, 2019. 472 p.

16. Somova S.V. Productivity of field crop rotations with spring wheat in the steppe zone on the southern chernozems of Northern Kazakhstan: specialty 06.01.01 «General agriculture, crop production»: dissertation for the degree of candidate of agricultural Sciences, 2019. 145 p.

17. Fisunov N.V. Chekmareva M.N. The influence of basic processing on agrophytocenosis and yield of winter cereals in the northern forest-steppe of the Tyumen region. Bulletin of Krasnoyarsk state agrarian university, 2023, no. 4(193), pp. 106-113.

18. Khizhnyak S.V., Puchkova E.P. Mathematical methods in agroecology and biology: textbook. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk state agrarian university, 2019. 242 p.

19. Cherkasova E.A. Rzaeva V.V. The influence of elements of cultivation technology on the contamination of spring rape crops in the conditions of Northern Kazakhstan. Bulletin of Krasnoyarsk state agrarian university, 2022, no. 3(180), pp. 38-43.

20. Chekmareva M.N., Fisunov N.V., Skipin L.N. Agrophysical properties of soil in the cultivation of winter rye by main treatments and precursors in the northern forest-steppe of the Trans-Urals. Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University, 2023, no. 2 (73), pp. 102-107.

Информация об авторах

Т.С. Киселёва – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры земледелия.

Information about the authors

T.S. Kiseleva – Candidate of agricultural sciences, senior lecturer of the department of agriculture.

Научная статья

УДК - 634.1-15

DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-99-105

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ЛЕБОЗОЛ НУТРИПЛАНТ 5-20-5 НА ЯБЛОНЕ В УСЛОВИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Скрылёв Алексей Анатольевич^{1✉}, Цуканова Елена Михайловна²,
Вознесенская Татьяна Юрьевна³, Трифонова Антонина Викторовна⁴

^{1,2}Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», Тамбовская область, Мичуринск,
Россия

^{3,4}ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия

¹skrylevaa@gmail.com✉

²elenam31@yandex.ru

³tatgrab@mail.ru

⁴tonia89@inbox.ru

Аннотация. Некорневая подкормка растений является быстрым и эффективным способом доставки, так как питательные вещества сразу же попадают на растение и начинают усваиваться. Применение комплексных удобрений позволяет обеспечить растения всеми необходимыми элементами для роста и развития. В данной работе представлены результаты применения минерального удобрения Лебозол Нутриплант 5-20-5 в системе некорневых подкормок плодоносящих насаждений яблони ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина» в условиях вегетационных периодов 2021 и 2022 годов. Некорневая подкормка растений проводилась 3-хкратно за вегетационный период: 1-я – после цветения и далее 2 раза с интервалом 14 дней. Установлено положительное влияние на биометрические показатели, урожайность и структуру урожая, показатели качества плодов. Наименьшие значения однолетнего прироста наблюдались в варианте с нормой применения Лебозол Нутриплант 5-20-5 5,0 л/га, а наибольшее превышение значений показателей было установлено в варианте с нормой расхода 10,0 л/га (независимо от условий вегетационного периода): 19,9-33,3%. В зависимости от вегетационного периода и нормы применения агрохимиката установлено повышение урожая в опытных насаждениях яблони сорта Жигулевское на 7,8-36,1%.

Ключевые слова. Некорневые подкормки, удобрения, яблоня, урожайность

Для цитирования: Применение препарата лебозол нутриплант 5-20-5 на яблоне в условиях Тамбовской области / Скрылёв А.А., Цуканова Е.М., Вознесенская Т.Ю., Трифонова А.В. // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 99-105. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-99-105>.

Original article

THE USE OF THE DRUG LEBOZOL NUTRIPLANT 5-20-5 ON AN APPLE TREE IN THE TAMBOV REGION

Alexey A. Skryljov^{1✉}, Elena M. Tsukanova², Tatyana Yu. Voznesenskaja³,
Antonina V. Trifonova⁴

^{1,2}I.V. Michurin FSC, Tambov region, Michurinsk, Russia

^{3,4}Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Moscow, Russia

¹skrylevaa@gmail.com✉

²elenam31@yandex.ru

³tatgrab@mail.ru

⁴tonia89@inbox.ru

Abstract. Foliar feeding of plants is fast and effective, since nutrients immediately reach the plant and begin to be absorbed. The use of complex fertilizers allows us to provide all the necessary elements for the

growth and development of plants. This paper presents the results of using the mineral fertilizer Lebozol Nutriplant 5-20-5 in the system of foliar feeding of fruit-bearing apple tree plantings of the Federal State Budget Scientific Institution "I.V. Michurin Federal Scientific Centre" in the growing seasons of 2021 and 2022. Foliar feeding of plants was carried out 3 times during the growing season: 1st - after flowering and then 2 times with an interval of 14 days. A positive effect on biometric indicators, yield and crop structure, and fruit quality indicators has been established. The lowest values of annual growth were observed in the variant with the application rate of Lebozol Nutriplant 5-20-5 5.0 l/ha, and the greatest excess of the indicator values was found in the variant with the application rate of 10.0 l/ha (regardless of the conditions of the growing season): 19.9-33.3%. Depending on the growing season and the rate of application of the agrochemical, an increase in yield in experimental plantings of the Zhigulevskoe apple tree variety was found to increase by 7.8-36.1%.

Keywords: Foliar feeding, fertilizers, apple trees, productivity

For citation: The use of the drug lebozol nutriplant 5-20-5 on an apple tree in the Tambov region. Skryljov A.A., Tsukanova E.M., Voznesenskaja T.Yu., Trifonova A.V. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 1(31), pp. 99-105. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-99-105>.

Введение

Яблоко является одним из самых популярных фруктов в мире. Это важный компонент системы питания человека, обеспечивающий организм витаминами, минералами и антиоксидантами. Плоды яблони способствуют улучшению пищеварения, поддерживают здоровье сердца, снижают риск развития диабета и др. [3].

Производство плодов яблони – это сложный и трудоемкий процесс, который требует знаний, опыта и профессионализма [9]. Для успешного производства плодов необходимо использовать современные технологии и методы, которые позволяют повысить урожайность, улучшить качество продукции и снизить затраты на ее получение, немаловажными из которых являются использование современных удобрений и средств защиты растений. Не менее значимы использование новых технологий хранения и переработки плодов, что позволяет продлить срок их хранения и улучшить вкусовые качества [10].

Помимо вышеуказанного, для успешного возделывания плодовых культур необходимо учитывать экологические аспекты. Современные технологии должны быть экологически безопасными и не наносить вреда окружающей среде, так, в частности, использование органических удобрений и биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней позволяет снизить негативное воздействие не только на растения, но и на окружающую среду [4, 11].

Правильный выбор удобрений является важной задачей для садоводов. Удобрения играют значимую роль в садоводстве, поскольку они помогают обеспечить растения необходимыми питательными веществами для роста и развития. Без достаточного количества питательных веществ растения могут стать слабыми и уязвимыми для негативных погодных условий, болезней и вредителей. Кроме того, правильное использование удобрений способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур, снижению химического пресинга в насаждениях и улучшению качества воды [5].

Комплексные удобрения содержат в себе все необходимые элементы для роста и развития растений [12]. Они могут быть как органическими, так и минеральными. Важно помнить, что использование комплексных удобрений должно быть умеренным, чтобы не нанести вред растениям. Также необходимо учитывать совместимость удобрений с другими средствами ухода за растениями [8].

Некорневая подкормка растений является быстрым и эффективным способом доставки питания растению, так как питательные вещества сразу же попадают на растение и начинают усваиваться. Они могут применяться для различных целей, таких как ускорение роста растений, улучшение качества плодов, повышение устойчивости к болезням и вредителям, уменьшение риска передозировки удобрений и экономия времени и ресурсов [7].

Цель исследования – оценка эффективности применения Лебозол Нутриплант 5-20-5 в системе некорневых подкормок плодоносящих насаждений яблони в условиях Тамбовской области.

Материалы и методы исследований

Закладка мелкоделяночного опыта проводилась в плодоносящих насаждениях ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина» в течение вегетационных периодов 2021-2022 годов: сорт Жигулевское; 2005 года посадки, схема посадки – 4,5 x 2,0 м; подвой – 54-118. Почва опытного участка – тяжелосуглинистый средневщелоченный чернозем средней мощности на лессовидном суглинке. Почва содержит 4-6% гумуса, имеет большую насыщенность основаниями (70-90%). Глубина гумусового горизонта в среднем составляет 50-60 см. Реакция верхних слоев почвы слабокислая (рН=5,7). Структура почвы – пылевато-зернистая и комковато-зернистая. Наличие пор в верхних горизонтах достигает 65%. Полевая влагоемкость пахотного слоя почвы около 30%. Содержание легкогидролизуемого азота составляет 186,7 мг/кг по Тюрину и Кононовой, подвижного фосфора 178,7 мг/кг почвы и обменного калия 171,0 мг/кг по Чирикову в модификации ЦИНАО.

При закладке опыта и проведении учетов использовали общепринятые методики [1, 2, 6]. Некорневая подкормка растений проводилась с помощью STIHL SR 450 3-кратно за вегетационный период: 1-я – после цветения и далее 2 раза с интервалом 14 дней; норма расхода Лебозол Нутриплант 5-20-5 составляла 5,0 л/га, 7,5 л/га и 10,0 л/га с расходом рабочего раствора 800 л/га. Количество деревьев в варианте 5, повторность 4-кратная.

Эффективность применения данного агрохимиката нами оценивалась по показателям: средняя величина однолетнего и суммарного прироста, урожайность и товарность продукции. Статистическую обработку проводили с применением дисперсионного анализа с помощью программ Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия вегетационных периодов за время проведения исследований характеризовались неравномерным выпадением осадков и значительными колебаниями температур. Анализ результатов опытов показал, что применение Лебозол Нутриплант 5-20-5 в течение двух вегетационных сезонов способствовало повышению показателей однолетнего и суммарного приростов: с увеличением нормы расхода агрохимиката (независимо от года). Так, наименьшие значения однолетнего прироста наблюдались в варианте с нормой применения Лебозол Нутриплант 5-20-5 5,0 л/га (независимо от условий вегетационного периода), а превышение контроля составляло 19,9% в 2021 году и 10,95% в 2022 году; суммарный прирост – 19,6% и 11,04% (соответственно по годам) (рис. 1, 2).

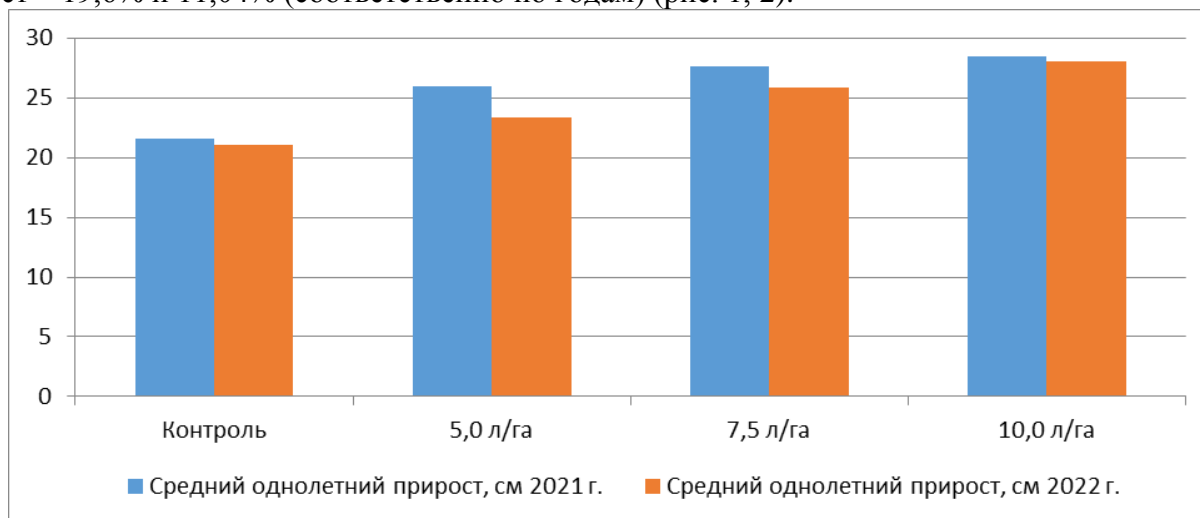


Рисунок 1. Влияние Лебозол Нутриплант 5-20-5 на величину среднего однолетнего прироста растений яблони сорта Жигулевское

Наибольшее превышение значений показателей было установлено в варианте с нормой расхода 10,0 л/га (независимо от водно-температурного режима периода вегетации) и составило по показателю «Средний однолетний прирост» 31,5% и 33,3%, а «Суммарный средний прирост» - 31,4% и 33,1% соответственно по годам. Также необходимо отметить, что снижение значений возможно связано с отсутствием обрезки насаждений перед вегетационным сезоном 2022 года.

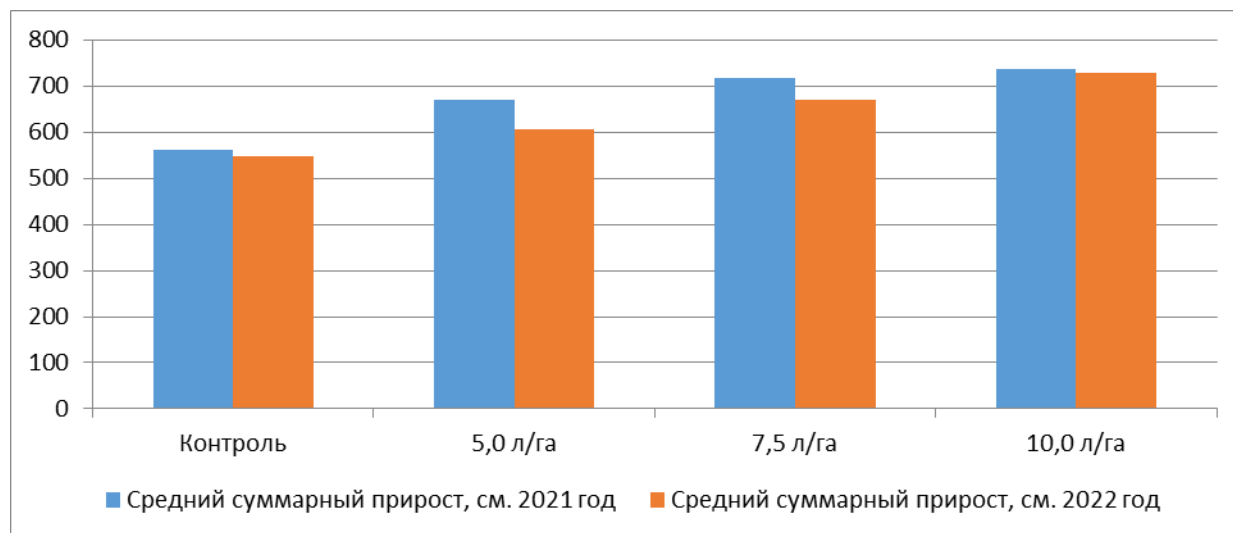


Рисунок 2. Влияние Лебозол Нутриплант 5-20-5 на величину среднего суммарного прироста растений яблони сорта Жигулевское

Дальнейший анализ полученных данных позволил установить, что некорневое применение комплексного удобрения Лебозол Нутриплант 5-20-5 оказало положительное влияние на вес плодов и, соответственно, на повышение урожайности.

Так, в зависимости от погодных условий вегетационного периода, средний вес плода в 2021 году относительно контрольного варианта увеличился на 5,1-20,1 г, что составляет 3,1-12,2% соответственно (рис. 3).

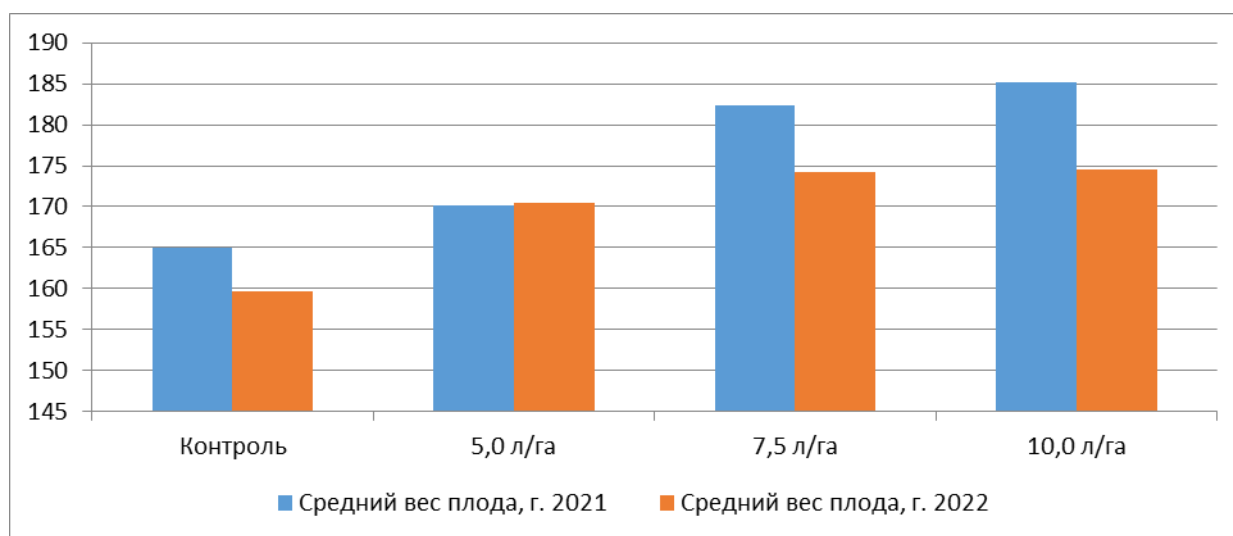


Рисунок 3. Влияние Лебозол Нутриплант 5-20-5 на среднего веса плода растений яблони сорта Жигулевское

В 2022 году превышение контроля составило 6,8-9,4% (10,9-15,0 г). В зависимости от вегетационного периода и нормы применения данного агрохимиката установлено повышение урожая в опытных насаждениях яблони сорта Жигулевское (кг с дерева) на 7,8-36,1% (рис. 4).

Вследствие высокой урожайности насаждений яблони в 2020 году, а также в результате неблагоприятных погодных условий зимы 2020-2021 гг. и холодного весеннего периода интенсивность цветения растений яблони была слабая.

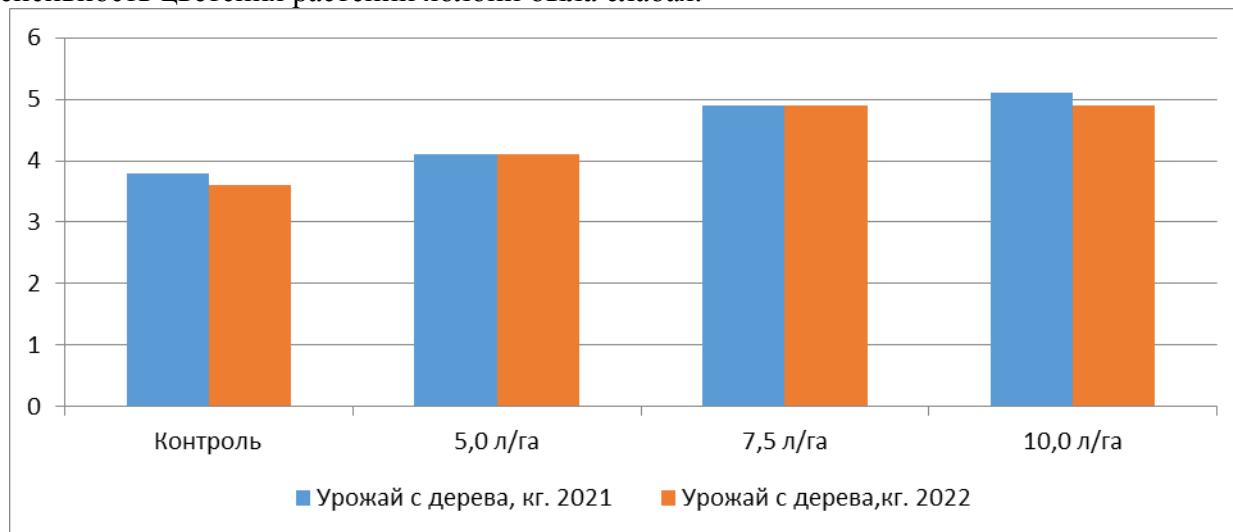


Рисунок 4. Влияние Лебозол Нутриплант 5-20-5 на урожай с дерева растений яблони сорта Жигулевское

Применение удобрений не всегда способно оказать положительное влияние на качество плодов. Избыточное использование удобрений может привести к накоплению нитратов в плодах, что может быть вредным для здоровья человека. Кроме того, чрезмерное применение удобрений может ухудшить вкус плодов и снизить срок их хранения.

Проведенные нами исследования показали, что содержание нитратов в яблоках при применении Лебозол Нутриплант 5-20-5 оставалось в пределах ПДК – 60 мг/кг независимо от вегетационного периода и нормы расхода.

Выводы

1. В условиях вегетационных периодов 2021-2022 годов применение Лебозол Нутриплант 5-20-5 оказало положительное влияние на урожайность яблони: использование данного удобрения способствовало увеличению размера, веса плодов и улучшению их вкусовых качеств.
2. Обработка насаждений Лебозол Нутриплант 5-20-5 способствовала увеличению общей урожайности.
3. 3-кратное использование Лебозол Нутриплант 5-20-5 в качестве удобрения для яблони в указанные вегетационные периоды было эффективным и оправданным.

Список источников

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Кондаков А.К., Пастухов А.А. Методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях. Москва: ЦИНАО, 1981. 39 с.
3. Куденков М.И., Цурканенко Н.Г. Помология (Яблоня) / под редакцией Е.Н. Седова // Садоводство и виноградарство. 2006. № 1. С. 24.
4. Мухина М.Т., Боровик Р.А., Коршунов А.А. Удобрения пролонгированного действия: основные этапы и направления развития // Плодородие. 2021. № 4 (121). С. 77-82.

5. Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: матер. докл. участников 11-ой науч.-практ. конф., Анапа, 06-10 сентября 2021 года. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, ООО «Плодородие», 2021. 148 с.

6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Серова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

7. Скрылёв А.А., Вознесенская Т.Ю. Эффективность применения минерального удобрения «Лебозол Кальций» на плодовых и овощных культурах в условиях ЦЧР // Агропромышленные технологии Центральной России. 2022. № 3 (25). С. 86-91.

8. Скрылев А.А. Применение иммуно- и росторегулятора БИГУС, ВР в интенсивных насаждениях плодовых культур // Агропромышленные технологии Центральной России. 2020. № 3 (17). С. 32-34.

9. Скрылев А.А., Цуканова Е.М. Влияние применения удобрений на состояние растений при проведении защитных мероприятий на груше и яблоне // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: матер. докл. участников 11-ой науч.-практ. конф., Анапа, 06-10 сентября 2021 года. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, ООО «Плодородие», 2021. С. 113-115.

10. Трунов Ю.В., Соловьев А.В. Проблемы Интенсивного Садоводства в средней полосе России // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 3 (74). С. 6-11.

11. Шаповал О.А., Можарова И.П., Мухина М.Т. Результаты регистрационных испытаний инновационных удобрений на сельскохозяйственных культурах // Плодородие почв России: состояние и возможности: сб. ст. (к 100-летию со дня рожд. Тамары Никаноровны Кулаковской). Под редакцией В.Г. Сычева. Москва, 2019. С. 114-127.

12. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице / А.С. Пономарева, А.А. Коршунов, Т.Ю. Вознесенская, Д.А. Рыжова // Агрохимический вестник. 2019. № 1. С. 59-62.

References

1. Dosepov B.A. Field experiment methodology. Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.

2. Kondakov A.K., Pastukhov A.A. Guidelines for laying and conducting experiments with fertilizers in fruit and berry plantings. Moscow: Central Research Institute of Agrochemical Services of Agriculture Publ., 1981. 39 p.

3. Kudenkov M.I., Tsurkanenko N.G. Pomology (Apple tree). Edited by E.N. Sedova. Gardening and viticulture, 2006, no. 1, p. 24.

4. Mukhina M.T., Borovik R.A., Korshunov A.A. Long-acting fertilizers: main stages and directions of development. Fertility, 2021, no. 4 (121), pp. 77-82.

5. Prospects for the use of innovative forms of fertilizers, protection products and plant growth regulators in agricultural technologies of agricultural crops: Materials of reports of participants of the 11th scientific and practical conference, Anapa, September 06-10, 2021. Moscow: All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikova, LLC Plodorodie Publ., 2021. 148 p.

6. Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry and nut crops. Under the general editorship. E.N. Serova and T.P. Ogoltsova. Orel: All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding Publ., 1999. 608 p.

7. Skrylev A.A., Voznesenskaya T.Yu. Efficiency of using the mineral fertilizer «Lebozol Calcium» on fruit and vegetable crops in the conditions of the Central Black Sea region. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2022, no. 3 (25), pp. 86-91.

8. Skrylev A.A. Application of the immuno- and growth regulator BIGUS, VR in intensive plantings of fruit crops. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2020, no. 3(17), pp. 32-34.

9. Skrylev A.A., Tsukanova E.M. The influence of the use of fertilizers on the condition of plants when carrying out protective measures on pear and apple trees // Prospects for the use of innovative forms of fertilizers, protection products and plant growth regulators in agricultural technologies of agricultural crops: Materials of reports of participants of the 11th scientific and practical conference, Anapa, September 06-10 2021. Moscow: All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikova, LLC Plodorodie Publ., 2021, pp. 113-115.

10. Trunov Yu.V., Soloviev A.V. Problems of Intensive Gardening in central Russia. Bulletin of Michurinsky State Agrarian University, 2023, no. 3 (74), pp. 6-11.

11. Shapoval O.A., Mozharova I.P., Mukhina M.T. Results of registration tests of innovative fertilizers on agricultural crops. In the collection: Soil fertility in Russia: state and possibilities. Collection of articles (for the 100th anniversary of the birth of Tamara Nikanorovna Kulakovskaya). Edited by V.G. Sycheva. Moscow, 2019, pp. 114-127.

12. Efficiency of using organomineral fertilizers with a complex of amino acids on wheat. A.S. Ponomareva, A.A. Korshunov, T.Yu. Voznesenskaya, D.A. Ryzhova. Agrochemical Bulletin, 2019, no. 1, pp. 59-62.

Информация об авторах

А.А. Скрялёв – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела агротехники и агрохимии сада;

Е.М. Цуканова – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории мониторинга и прогноза;

Т.Ю. Вознесенская – научный сотрудник лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов;

А.В. Трифонова – ведущий специалист лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов.

Information about the authors

A.A. Skryljov – Candidate of agricultural sciences, senior researcher, department of agricultural technology and agrochemistry of the garden;

E.M. Tsukanova – Doctor of agricultural sciences, leading researcher, laboratory of monitoring and forecasting;

T.Yu. Voznesenskaja – Researcher, laboratory for testing elements of agricultural technologies, agrochemicals and pesticides;

A.V. Trifonova – Leading specialist, laboratory for testing elements of agricultural technologies, agrochemicals and pesticides.

АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ AGROENGINEERING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Научная статья
УДК 631.372
DOI 10.24888/2541-7835-2024-31-106-115

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТЕПЛОПЕРЕНОСА В БУНКЕРЕ С АКТИВНЫМ ВЕНТИЛИРОВАНИЕМ

Бунеев Сергей Сергеевич^{1✉}, Добрин Сергей Александрович², Шубкин Сергей Юрьевич³
^{1,2,3}Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Липецкая область, Елец, Россия
¹limes88@mail.ru✉
²dsa250499@gmail.com
³shubkin.92@mail.ru

Аннотация. Моделирование различных физических явлений, сопряженных с процессом хранения зерна, является важным этапом при разработке наиболее оптимального способа управления рисками порчи, связанными с температурой и влажностью зерна. Математическая модель для прогнозирования теплопередачи внутри зерновой массы является простым и экономически эффективным способом для оценки изменений физических параметров и риска порчи. В данной статье рассматривается проблема теплопереноса в бункере активного вентилирования семян в зерновой массе, контактирующей с вертикальной поверхностью бункера. Целью исследования является установление закономерностей процесса теплопереноса, а также определение влияния температуры окружающей среды на температуру в указанной области. Для решения рассматриваемой задачи распространения потока тепловой энергии сквозь зерновой слой построена математическая модель с точки зрения теории двойной диффузии. В предлагаемом варианте модели теплопередачи с двойной диффузией теплоперенос происходит в двух направлениях: сквозь зерно и через пустоты, имеющиеся между зерновками в слое. Кроме того, также происходит теплообмен между зёрнами и воздухом и наоборот. Синтезированная математическая модель является эффективным инструментом для решения сложных производственных задач.

Ключевые слова: бункер вентилируемый, математическая модель, двойная диффузия, теплоперенос, микроклимат зернохранилищ

Для цитирования: Бунеев С.С., Добрин С.А., Шубкин С.Ю. Математическая модель динамического процесса теплопереноса в бункере с активным вентилированием // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 1(31). С. 106-115. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-106-115>.

Original article

MATHEMATICAL MODEL OF THE DYNAMIC PROCESS OF HEAT TRANSFER IN A BUNKER WITH ACTIVE VENTILATION

Sergey S. Buneev^{1✉}, Sergey A. Dobrin², Sergey Yu. Shubkin³
^{1,2,3}Bunin Yelets State University, Lipetsk region, Yelets, Russia
¹limes88@mail.ru✉
²shubkin.92@mail.ru
³dsa250499@gmail.com

Abstract. Modeling of various physical phenomena associated with the grain storage process is an important step in developing the most optimal way to manage spoilage risks associated with grain temperature and humidity. A mathematical model for predicting heat transfer within a grain mass is a simple and

cost-effective way to assess changes in physical parameters and the risk of spoilage. This article discusses the problem of heat transfer in the bunker of active ventilation of seeds in the grain mass in contact with the vertical surface of the hopper. The purpose of the study is to establish the regularities of the heat transfer process, as well as to determine the influence of ambient temperature on the temperature in the specified area. To solve the problem of the propagation of thermal energy flow through the grain layer, a mathematical model has been constructed from the point of view of the theory of double diffusion. In the proposed version of the double diffusion heat transfer model, heat transfer occurs in two directions – both through the grain and through the voids between the grains in the layer. In addition, there is also a heat exchange between the grains and the air, and vice versa. The synthesized mathematical model is an effective tool for solving complex production tasks.

Keywords: *ventilated bunker, mathematical model, double diffusion, heat transfer, granary microclimate*

For citation: *Buneev S.S., Dobrin S.A., Shubkin S. Yu. Mathematical model of the dynamic process of heat transfer in a bunker with active ventilation. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 1(31), pp. 106-115. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-31-106-115>.*

Введение

В течение последних лет наблюдается неуклонный рост производства зерна в России, которое составляет от 110 до 135 миллионов тонн. Согласно Долгосрочной стратегии развития зернового сектора Российской Федерации, к 2035 году планируется достигнуть объема производства зерна в размере 140 миллионов тонн. Чтобы гарантировать сохранность зерна, минимальные мощности по хранению должны превышать объем собранного урожая на 20-30%, однако на данный момент они составляют примерно 120-146 миллионов тонн, что равнозначно общему объему собранного зерна.

Хранение зерна является неотъемлемой частью сложного процесса перемещения зерна от производителей к переработчикам. Рациональное управление процессом хранения зерна без порчи и с минимальной потерей качества, сохранение его жизнеспособности является одной из основных проблем на данном этапе [1, 2]. Где, как, когда и в какой степени применять этот контроль зависит от комбинации различных взаимодействующих факторов, начиная с первоначальных условий сбора урожая и заканчивая разгрузкой складского помещения. Считается, что влажность зерна в пределах 12-14% [4] оптимальна для длительного хранения, однако трудно добиться такого показателя из-за резких изменений погодных условий. Именно это обстоятельство привело к процессам сушки и охлаждения зерна путем аэрации для последующего оптимального хранения зерновой массы. Абиотические (температура, влажность и скорость воздушного потока) и биотические (зерно, насекомые, грибы и бактерии) факторы, постоянно взаимодействующие внутри зернохранилища, а также различные внешние факторы, включающие в себя, например, внешнее воздействие ветра, солнечного излучения, меняющихся погодных условий повлекли за собой создание различных конструкций складских помещений [3]. Как следствие из вышесказанного, изучение процесса хранения зерна повлекло за собой проектирование систем аэрации. При длительном хранении зерна важно правильно понимать физические и химические процессы, происходящие внутри зерновой массы. С увеличением вместимости зернохранилищ ручной сбор данных стал обязательным, что привело к неэффективности мониторинга текущих тепловых и физических явлений.

Из-за высокой теплопроводности стальных ограждений металлических зернохранилищ температура в верхнем и пристенном слое хранящегося зерна может достигать высоких значений – до 55 °С – под воздействием солнечного излучения, что снижает качество зерна. Последующее охлаждение зерна из-за ежедневных колебаний температуры наружного воздуха может вызвать конденсацию водяных паров на внутренних стенках зернохранилищ, приводя к увлажнению и порче пристенного слоя зерна [5, 6]. Требования к условиям хранения зерна в металлических зернохранилищах, которые обеспечивают его сохранность, указаны в нормативных документах и методических рекомендациях. Согласно этим документам, загрузка

и хранение свежееубранного зерна в металлических зернохранилищах без предварительной сушки и очистки запрещены.

Цель исследования заключается в изучении проблемы теплопереноса в бункере активного вентилирования зерна в зерновой массе, контактирующей с вертикальной поверхностью бункера посредством методов математического и компьютерного моделирования, а также в определении влияния температуры окружающей среды на температуру в этой области.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2022-2023 гг. на базе агропромышленного института ЕГУ им. И. А. Бунина. На кафедре технологических процессов в машиностроении и агроинженерии ведется НИР по теме «Динамика, прочность и надёжность машин, агрегатов и промышленного технологического оборудования в агропромышленном комплексе», один из разделов которой посвящен оптимизации сельскохозяйственных процессов методами математического и компьютерного моделирования.

Объект исследования – процесс теплопереноса в бункере активного вентилирования зерновых культур.

Методологическую основу исследования составили методы математической физики, а также классические методы механики.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований был проанализирован процесс теплопереноса в бункере активного вентилирования (см. рис.1).

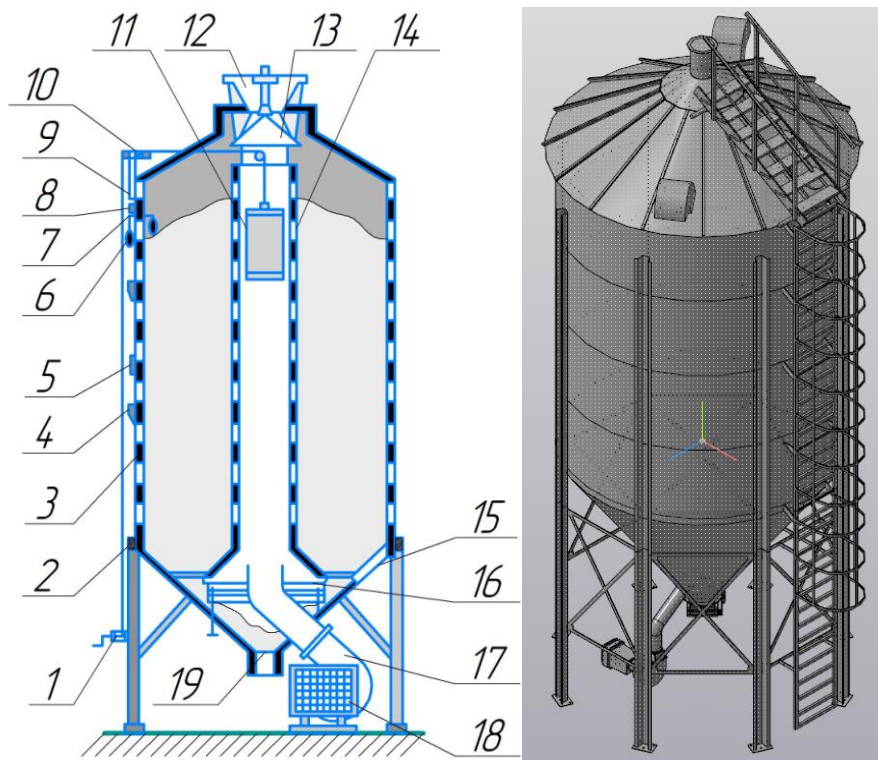


Рисунок 1. Бункер активного вентилирования типа БВ:

- 1 – лебедка; 2 – кольцевая рама; 3 – наружный цилиндр; 4 – пробоотборник;
5 – регулятор влажности; 6,7,8 – грузики; 9 – флажок; 10 – кронштейн с блоками;
11 – клапан; 12 – распределитель зерна; 13 – конус; 14 – внутренний цилиндр; 15 – люк;
16 – регулировочное кольцо; 17 – заслонка; 18 – вентилятор; 19 – электрокалорифер.

Бункер вентилируемый типа БВ предназначен для вентилирования и оперативного (кратковременного) хранения зерна (пшеницы, кукурузы, риса, ячменя и др.) и гранулированной продукции на сельскохозяйственных, заготовительных и зерноперерабатывающих предприятиях и эксплуатируется при температуре от - 30 до +40°С.

Бункер вентилируемый состоит из крыши в форме конуса, цилиндрического корпуса и конусного основания, имеющего угол в 45°. Крыша состоит из стальных оцинкованных сегментов, соединенных стропилами. Вверху крыша имеет круглое загрузочное отверстие и площадку с перилами (ограждениями). Цилиндрический корпус выполнен по кругу из стальных оцинкованных перфорированных листов, соединенных по вертикали двумя рядами болтов, а по горизонтали – одним. Конструкция выполнена из оцинкованных листов толщиной 0,8 мм. В основании бункера находится технологический люк. К стенам крепится наружная и внутренняя монтажная лестница.

Система выгрузки представляет собой конусное днище, состоящее из стальных сегментов на болтовых соединениях, в нижней части его по центру имеется выгрузное отверстие, через которое осуществляется разгрузка бункера в выгрузной шнек или транспортер, в зависимости от высоты опор бункера.

Прием зерна в бункеры осуществляется через загрузочный патрубок, находящийся в центре крыши бункера. Выгрузка зерна из бункера происходит самотёком через центральное отверстие, расположенное в конусном днище, которое оснащено ручным шибером.

Система активного вентилирования хранимого продукта включает в себя вентиляционные каналы в днище бункера и установленный снаружи бункера вентилятор.

Вентилятор состоит из следующих основных частей: корпуса, конфузора, крыльчатки, улитки рамы, перехода и фланца с сеткой.

В процессе изучения нестационарных тепловых процессов в системах обеспечения микроклимата активно используется термин «относительная избыточная температура». Этот термин позволяет обобщать и выражать в безразмерной форме результаты экспериментальных исследований различных тепловых процессов, что является его преимуществом. При рассмотрении переходных процессов в компонентах систем микроклимата с варьирующимся расходом воздуха (как в современных системах вентиляции и кондиционирования воздуха) возникает задача поиска универсального критерия для оценки и классификации таких процессов.

Применительно к бункерам активного вентилирования в [15] были получены следующие уравнения:

$$\Theta_x = t_0 - \Theta_u (t_0 - \Theta_0), \quad (1)$$

$$\Theta_x = \Theta_0 + \Theta_u b \tau, \quad (2)$$

где Θ_x – текущая температура зерна, К;

t_0 – начальная температура атмосферного воздуха, К;

Θ_u – относительная избыточная температура зерна, К;

Θ_0 – начальная температура зерна, К;

b – скорость изменения температуры атмосферного воздуха, К/с;

τ – продолжительность процесса, с.

Графическая интерпретация зависимостей (1) и (2) была получена с помощью системы символьных вычислений MathCad V.15 и представлена на рис. 2.

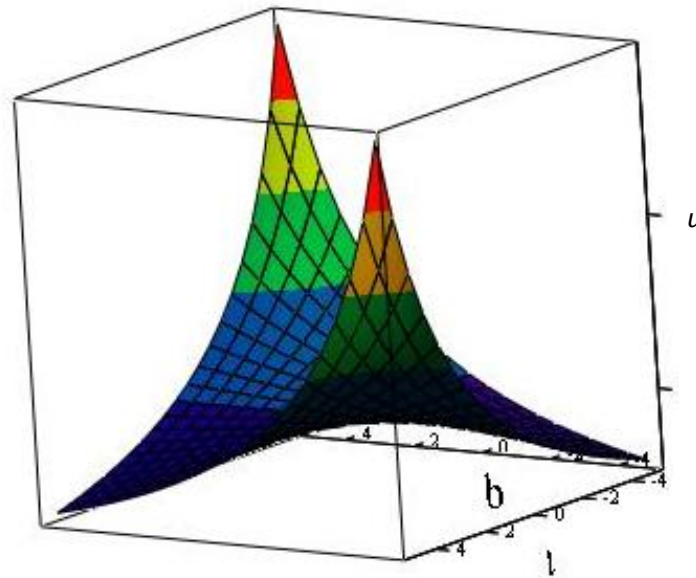


Рисунок 2. Зависимость относительной избыточной температуры от скорости изменения температуры атмосферного воздуха и продолжительности процесса.

Хорошо известно [16], что для описания диффузии в одномерной системе с градиентом концентраций вещества $\frac{\partial C}{\partial x}$ применяется уравнение, основанное на втором законе Фика, которое имеет следующий вид

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, D > 0, \quad (3)$$

где t – время, с; C – концентрация, кг/м³; D – коэффициент диффузии, м²/с.

Далее, для моделирования диффузии в среде, где существуют два различных направления диффузии, воспользуемся следующей системой уравнений для концентраций:

$$\begin{cases} \frac{\partial C_1}{\partial t} = D_1 \Delta C_1 - K_1 C_1 + K_2 C_2 \\ \frac{\partial C_2}{\partial t} = D_2 \Delta C_2 + K_1 C_1 - K_2 C_2 \end{cases}, \quad (4)$$

где D_1 и D_2 – положительные коэффициенты диффузии, K_1 и K_2 положительные коэффициенты переноса концентрации [12], $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} + \dots + \frac{\partial^2}{\partial x_n^2}$ – оператор Лапласа (в нашем случае $n=1$). Эта связанная система называется моделью двойной диффузии.

Проиллюстрируем полученную нами модель теплопереноса с двойной диффузией.

Основное допущение, лежащее в основе этой модели, заключается в том, что каждая точка в объеме зерна занята как воздухом, так и зерном. Эта идея основывается на случайном распределении зерна по всему объему зерновой массы, и поскольку неизвестно занята ли конкретная точка воздухом или зерном, мы делаем допущение, что каждая точка занята и тем, и другим.

Также предполагается, что пыль, содержащаяся в зерновой массе, не оказывает существенного влияния на теплоперенос.

Рассмотрим тесно уложенную зерновую массу в контакте с вертикальной стеной зернохранилища таким образом, что каждая точка в зерновой массе соединена с каждой другой точкой либо зерном, либо воздухом. Предположим, что тепло распространяется как по воздуху, так и по зерну, как показано на рис. 3. Теплопередача тепла от зерна к зерну происхо-

дит через точку соприкосновения зерен, а передача тепла по другому направлению происходит через воздушные пустоты. В каждой точке зерновой массы мы имеем как температуру воздуха $T_g(x, t)$, так и температуру зерна $T_z(x, t)$. При этом получить фактическую температуру в данной точке можно применить, взяв среднее значение этих двух температур.

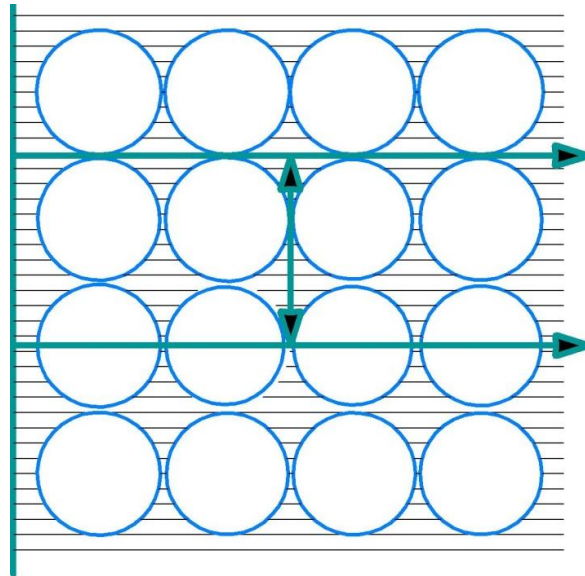


Рисунок 3. Схема распространения тепла в модели с двойной диффузией

Таким образом, фактическая температура $T(x, t)$ определяется следующим соотношением:

$$\frac{1}{2}(T_g(x, t) + T_z(x, t)), \quad (5)$$

В дополнение к теплу, распространяющемуся по воздушным и зерновым путям, мы предполагаем, что может происходить передача тепла от воздуха к зерну, и наоборот. Конвективные течения предполагаются пренебрежимо малыми, что позволяет анализировать такие ситуации.

Рассмотрим уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial t} - \alpha \Delta T = f(r, t), \quad (6)$$

где $f(r, t)$ – функция источников тепла, $\alpha = \frac{\kappa}{c_p \rho}$ – коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$; κ – теплопроводность, $\text{Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$, c_p – изобарная удельная теплоёмкость, $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$; ρ – плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для одномерного распространения тепла в декартовых координатах уравнение (4) принимает вид:

$$c_p \rho \frac{\partial T(x, t)}{\partial t} - \kappa \frac{\partial^2 T(x, t)}{\partial x^2} = f(x, t). \quad (7)$$

Далее, если $f(x, t)$ представляет собой тепло, потерянное/полученное в результате охлаждения, то для нее может быть записан закон стационарного процесса теплообмена. При неизменной температуре среды и площади поверхности тепловой поток определяется равенством:

$$f(x, t) = \alpha F(T(x, t) - T_1), \quad (8)$$

где F – поверхность теплообмена, m^2 ; T_1 – температура окружающей среды, К.

Подставляя выражение для $f(x, t)$ из (8) в (7) и учитывая (4), получим систему вида:

$$\begin{cases} c_6 \rho_6 \frac{\partial T_6(x, t)}{\partial t} - \kappa_6 \frac{\partial^2 T_6(x, t)}{\partial x^2} = \alpha F (T_6(x, t) - T_3) \\ c_3 \rho_3 \frac{\partial T_3(x, t)}{\partial t} - \kappa_3 \frac{\partial^2 T_3(x, t)}{\partial x^2} = -\alpha F (T_6(x, t) - T_3) \end{cases}, \quad (9)$$

Введем обозначения:

$$\alpha_6 = \frac{\kappa_6}{c_6 \rho_6}, \alpha_3 = \frac{\kappa_3}{c_3 \rho_3}, k_1 = \frac{k_6}{\rho_6 c_6}, k_2 = \frac{k_3}{\rho_3 c_3}. \quad (10)$$

здесь α_6 и α_3 – температуропроводность воздуха и зерна соответственно, m^2/c ; T_6 – температура воздуха, К; T_3 – температура зерна, К; ρ_6, c_6 и ρ_3, c_3 – плотность (kg/m^3) и удельная теплоемкость (Дж/(кг·К)) воздуха и зерна соответственно; k_6 и k_3 – коэффициенты теплоотдачи (Вт/($m^2 \cdot K$)) из основного уравнения теплопроводности:

$$Q = k \Delta T F t. \quad (11)$$

С учетом обозначений (8) система (7) примет вид

$$\begin{cases} \frac{\partial T_6(x, t)}{\partial t} = \alpha_6 \frac{\partial^2 T_6(x, t)}{\partial x^2} - k_1 T_6(x, t) + k_1 T_3(x, t) \\ \frac{\partial T_3(x, t)}{\partial t} = \alpha_3 \frac{\partial^2 T_3(x, t)}{\partial x^2} - k_2 T_6(x, t) + k_2 T_3(x, t) \end{cases}, \quad (12)$$

Полученная система (12) является математической моделью теплопередачи с двойной диффузией.

Выводы

В результате аналитических исследований, с учетом определенных допущений, были получены следующие результаты:

1. Синтезирована математическая модель теплопередачи с точки зрения двойной диффузии в бункерах с активным вентилированием типа БВ; проиллюстрирована схема распространения тепла в бункерах типа БВ.

2. Получена графическая интерпретация зависимости относительной избыточной температуры от скорости изменения температуры атмосферного воздуха и продолжительности процесса.

Список источников

1. Агапов А.М. Обоснование параметров механизма контроля уровня зерна в бункерах активного вентилирования // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 75-76.

2. Агапов М.А., Агапов А.М. Сушка семенного зерна в бункерах активного вентилирования // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 29-31 января 2014 года. Том Часть 2. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2014. С. 22-23.

3. Алексеева Л. и др. О хранении зерна в металлических силосах / Л. Алексеева, Н. Фомин, А. Лугарев, Г. Тянь, В. Господинова // Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность. 1980. №4. С.41-43.
4. Бровенко В.И., Белоконь А.З., Джумагулова Г.Г. Изменение качества зерна пшеницы при хранении в металлических силосах // Труды ВНИИЗ. Москва: ЦНИИТЭИ Минзага СССР. 1983. Вып. 101. С.7-12.
5. Васильев А.Н., Джанибеков А.К. Как обеспечить предпосевную обработку семян в бункерах активного вентилирования с требуемым качеством // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 17-18 сентября 2014 года. Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2014. С. 236-239.
6. Динаев И.М. Расчет энергетических параметров бункера активного вентилирования зерна // Инженерное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса России: Сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения Х.Г. Урусамбетова, Нальчик, 26-27 апреля 2018 года. Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 2018. С. 95-97.
7. Иванов А.Е., Савчук В.В. Эффективность функционирования бункера активного вентилирования как объекта автоматизации // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 1988. № 52. С. 117-121.
8. Иванов А.Е., Иванов А.М. Изменение неравномерности влажности зернового вороха в бункере активного вентилирования // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 1989. № 54. С. 109-115.
9. Лобанов В.И. Совершенствование конструкций бункеров активного вентилирования // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2006. № 1(21). С. 37-40.
10. Лыков А.В. Теория теплопроводности. Москва: Высшая школа, 1967. 600с.
11. Пехович А.П., Жидких В.М. Расчеты теплового режима твердых тел. Ленинград: Энергия. 1968. 304 с.
12. Пиляева О.В. Повышение эффективности воздухораспределительных систем бункеров активного вентилирования зерна: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Красноярск, 2009. 126 с.
13. Северинов О.В., Васильев А.Н. Оценка эффективности усовершенствованного алгоритма управления сушкой зерна в бункерах активного вентилирования // Инновации в сельском хозяйстве. 2016. № 3(18). С. 165-170.
14. Соловьев В.В. Бункер активного вентилирования на элеваторе // Актуальные проблемы энергетики АПК: Материалы X национальной научно-практической конференции с международным участием, Саратов, 22 апреля 2019 года. Под общ. ред. Трушкина В.А. Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2019. С. 201-204.
15. Сорочинский В. Хранение и сушка зерна: сложности и способы их устранения // Комбикорма. 2021. № 2. С. 27-30.
16. Теплофизические характеристики пищевых продуктов и материалов / Под ред. А.С.Гинзбурга. Москва: Пищевая пром-сть. 1975. 224 с.

References

1. Agapov A.M. Substantiation of the parameters of the grain level control mechanism in active ventilation bunkers. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy, 2013, no. 3, pp. 75-76.
2. Agapov M.A., Agapov A.M. Drying of seed grain in active ventilation bunkers. Scientific support of agro-industrial production: materials of the International Scientific and Practical Confe-

rence, Kursk, January 29-31, 2014, volume Part 2. Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after Professor I.I. Ivanov, 2014, pp. 22-23.

3. Alekseeva L. et al. On grain storage in metal silos. L. Alekseeva, N. Fomin, A. Lugarev, G. Tyan, V. Gospodinova. Flour milling and grain elevator and feed industry, 1980, no.4, pp.41-43.

4. Brovchenko V.I., Belokon A.Z., Dzhumagulova G.G. Changing the quality of wheat grain during storage in metal silos. Proceedings of VNIIZ. Moscow: TSNIITEI Minzaga USSR, 1983, issue 101, pp.7-12.

5. Vasiliev A.N., Dzhanibekov A.K. How to ensure pre-sowing seed treatment in active ventilation bunkers with the required quality. Innovative development of the agro-industrial complex of Russia based on intelligent machine technologies: Collection of scientific reports of the International Scientific and Technical Conference, Moscow, September 17-18, 2014. Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization, 2014, pp. 236-239.

6. Dinaev I.M. Calculation of the energy parameters of the active grain ventilation hopper. Engineering support for the innovative development of the agro-industrial complex of Russia: Collection of scientific papers of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the birth of H.G. Urusmambetov, Nalchik, April 26-27, 2018. Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», 2018, pp. 95-97.

7. Ivanov A.E., Savchuk V.V. Efficiency of functioning of the active ventilation bunker as an object of automation. Technologies and technical means of mechanized production of crop production and animal husbandry, 1988, no. 52, pp. 117-121.

8. Ivanov A.E., Ivanov A.M. Change in the uneven moisture content of the grain pile in the active ventilation hopper. Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products, 1989, no. 54, pp. 109-115.

9. Lobanov V.I. Improving the designs of active ventilation bunkers. Bulletin of the Altai State Agrarian University, 2006, no. 1(21), pp. 37-40.

10. Lykov A.V. Theory of thermal conductivity. Moscow: High School, 1967. 600 p.

11. Pekhovich A.P., Zhidkikh V.M. Calculations of the thermal regime of solids. Leningrad: Energiya, 1968. 304 p.

12. Pilyaeva O.S. Increasing the effectiveness of the female bunker system of active ventilation under: specialization 05.20.01 «Technology and off-season environment»: dissertation on articulation at the technogenic degree of candidate of sciences. Krasnoyarsk, 2009. 126 p.

13. Severinov O.S., Vasiliev A.N. Evaluation of the effectiveness of an improved algorithm for controlling tray drying in active ventilation bunkers. Innovations in agriculture, 2016, no. 3(18), pp. 165-170.

14. Solovyov V.V. Bunker of active ventilation at the elevator. Actual problems of agroindustrial energy: Materials of the X national scientific and practical conference with international participation, Saratov, April 22, 2019. Under the general ed. Trushkina V.A. Saratov: LLC «Center for Social agroinnovations of SSAU», 2019, pp. 201-204.

15. Sorochinsky V. Grain storage and drying: difficulties and ways to eliminate them. Compound feed, 2021, no. 2, pp. 27-30.

16. Thermophysical characteristics of food products and materials. Edited by A.S. Ginzburg. Moscow: Food Industry, 1975. 224 p.

Информация об авторах

С.С. Бунеев – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры технологических процессов в машиностроении и агроинженерии;

С.А. Добрин – аспирант;

С.Ю. Шубкин – кандидат технических наук, доцент кафедры технологических процессов в машиностроении и агроинженерии.

Information about the authors

S.S. Buneev – Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of technological processes in mechanical engineering and agroengineering;

S.A. Dobrin – Postgraduate student;

S.Yu. Shubkin – Candidate of technical sciences, associate professor of the department of technological processes in mechanical engineering and agroengineering.

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 000000000000000000130 (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. Редакционная коллегия 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 1 (№ 31)

*Корректор – С.Е. Гридчина
Техническое исполнение – В.М. Гришин*

Знак информационной продукции 12+

Подписано в печать: 14.03.2024
Дата выхода в свет: 15.03.2024
Бумага формат А-4 (59,5 п.л.)
Гарнитура Times
Печать трафаретная
Тираж 1000 экз. Заказ № 13
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