

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 3 (№ 33) / 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».

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».

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

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».

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».

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

АГРОЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

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

ДУБРОВИНА Ольга Алексеевна – канд. биол. наук, доцент ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

ЗАЙЦЕВ Глеб Анатольевич – д-р биол. наук, профессор ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы».

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

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

КОЧАРЛИ Нателла Керим кызы – канд. биол. наук, доцент Бакинского государственного университета.

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.

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

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

IVOILOV Aleksandr – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Ogaryov Mordovian 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.

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.

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

AGROECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

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

ZAITSEV Gleb – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Akhulla Bashkir State Pedagogical University.

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

DUBROVINA Olga – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Bunin Yelets 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.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Васюкова А.Т., Кусова И.У., Дышекова М.М., Мошкин А.В., Эдварс А.Р., Москаленко А.С. Сравнительная характеристика порошкообразных растительных компонентов и сырья для использования в пищевых технологиях.....	9
Вернер А.В., Чугунова О.В., Гращенков Д.В., Заворохина Н.В. Проектирование персонализированных рационов с применением специализированной продукции.....	18
Горбунова К.Г., Масловский С.А., Каухчешвили Н.Э., Грызунов А.А., Бухарова А.Р., Полева Н.И. Обоснование способа дегидратации сырья при производстве чипсов из тыквы.....	27
Калужских А.Г., Котельникова М.Н., Асадова М.Г., Заикин А.А. Исследование влияния методов копчения на показатели качества различных видов мясных изделий.....	37
Печуркин А.С., Кольцов В.А., Данилин С.И. Влияние температуры на состав и стабильность антоцианов смородины черной (<i>Ribes nigrum L.</i>).....	45
Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Овчинникова Е.В., Колесник Д.В. Оценка качества печенья из муки семян черного тмина и яблочных выжимок.....	55
Талби Мунир. Использование фруктово-ягодного сырья для изготовления безалкогольных напитков.....	63

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Галговская Л.А., Теркина О.В., Романова А.Н., Конарева Е.А. Самоопыленные линии кукурузы по урожайности зерна.....	72
Лабазанов И.И., Хамурзаев С.М. Влияние цинковых удобрений на выход саженцев перспективного сорта яблони.....	78
Петренко А.П. Влияние инсектоакарицида «ФУФАНОН-НОВА» на биомассу кресс-салата в зависимости от типа почвы.....	85

АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Кириллов Н.А., Аверин С.С. Применение устройства «синтетический картофель» для определения механической нагрузки и степени риска повреждения клубней.....	92
Никонов М.В., Бредихина О.М. Обоснование параметров рабочего органа для нагнетания дезинфицирующей жидкости в навозную массу.....	100

АГРОЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Бурняшев А.О., Зайцев Г.А. Динамика изменения жизненного состояния липы мелколистной в пределах крупных промышленных центров Липецкой области..... 110

CONTENTS

TECHNOLOGY OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Vasyukova A.T., Kusova I.U., Dyshekova M.M., Moshkin A.V., Edwards A.R., Moskalenko A.S. Comparative characteristics of powdered plant components and raw materials for use in food technologies.....	9
Werner A.V., Chugunova O.V., Grashchenkov D.V., Zavorokhina N.V. Designing personalized diets using specialized products.....	18
Gorbunova K.G., Maslovsky S.A., Kaukhchesvili N.E., Gryzunov A.A., Bukharova A.R., Poleva N.I. Justification of the method for dehydration of raw materials in the production of pumpkin chips.....	27
Kaluzhskikh A.G., Kotelnikova M.N., Asadova M.G., Zaikin A.A. Investigation of the influence of smoking methods on the quality indicators of various types of meat products....	37
Pechurkin A.S., Koltsov V.A., Danilin S.I. The effect of temperature on the composition and stability of anthocyanins of black currant (<i>Ribes nigrum L.</i>).....	45
Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Ovchinnikova E.V., Kolesnik D.V. Evaluation of the quality of biscuits made from flour, black cumin seeds and apple pomace.....	55
Talbi Mounir. The use of fruit and berry raw materials for the manufacture of soft drinks.....	63

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Galkovskaya L.A., Terkina O.V., Romanova A.N., Konareva E.A. Self-pollinated corn lines by grain yield.....	72
Labazanov I.I., Hamurzaev S.M. The effect of zinc fertilizers on the yield of seedlings of a promising apple variety.....	78
Petrenko A.P. The effect of the insecticide «FUFANON-NOVA» on the biomass of watercress, depending on the type of soil.....	85

AGROENGINEERING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Kirillov N.A., Averin S.S. The use of the «synthetic potato» device to determine the mechanical load and the degree of risk of damage to tubers.....	92
Nikonov M.V., Bredikhina O.M. Justification of the parameters of the working body for injecting disinfectant liquid into the manure mass.....	100

AGROECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Burnyashev A.Olegovich, Zaitsev G.A. Dynamics of change in the live state condition of small-leaved linden inside major industrial centres of the Lipetsk region.....	110
--	-----

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

TECHNOLOGY OF STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Научная статья

УДК 664.66.022.3

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-9-17

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОШКООБРАЗНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ И СЫРЬЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

**Васюкова Анна Тимофеевна^{1✉}, Кусова Ирина Урузмаговна²,
Дышекова Милана Мухамедовна³, Мошкин Александр Владимирович⁴,
Эдварс Анатолий Ростиславович⁵, Москаленко Александра Сергеевна⁶**

^{1,2,3,4,5}Российский биотехнологический университет, Москва, Россия

⁶Московский гуманитарно-экономический университет, Москва, Россия

¹vasyukova-at@yandex.ru✉

²ir.kusowa@yandex.ru

³dyshekovamm@mgupp.ru

⁴aldahaev@gmail.com

⁵aedvars@yandex.ru

⁶sasha19121978@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены актуальные вопросы использования растительного сырья различной степени готовности: свежего и порошкообразного. Настоящее исследование демонстрирует ценность использования опыта лучших междисциплинарных исследований для создания сравнительной характеристики сырья при его использовании в кулинарной практике и открывает дополнительные возможности применения сырья или отдельных его компонентов (витаминов, пигментов, витаминно-минеральных комплексов) как здоровьесберегающих целевых высокоэффективных решений в медицинских организациях системы здравоохранения, в пищевых, биотехнологиях и в других сферах. Исследование ФТС плодовых и овощных порошков из яблок, слив, ламинарии, грибов и лука проводили в течение весенне-летнего сезона. Установлено, что концентрация БАВ и БЖУ в порошке из морской капусты выше на 10-20 %, чем в свежей ламинарии, высокое содержание йодистых соединений. В порошке из морской капусты БЖУ превышают на 40-50 % свежую белокочанную капусту, а йода на 98,2% выше. Образцы порошка из красного лука по БЖУ превышают на 30-40 % свежий красный лук, причем калия на 23,6 % больше, а витамина В₆ - на 18,1 %. Показатели БЖУ порошка из лисичек превышают на 10-20 % сырые грибы, меди на 13,7 % больше, а витамин D₂ - только в порошке. Порошок из слив, в отличие от яблочного, менее концентрированный. Отличаются витаминами, магнием и цинком в 2,7-3,6 раза от свежего продукта при высоких показателях пектиновых веществ, причем в яблоках и сливах они имеются примерно в одинаковых количествах. Отмечено, что при влажности 8,1-8,6 % порошки различные. Так, среднее значение эквивалентного диаметра частиц порошков изменялось в пределах от 126 до 141 мкм; рН - от 6,07 до 6,25; температура плавления 150 -166 °С, ВУС 6,1 -9,9 г.

Ключевые слова: растительное сырье, порошки, водоросли, грибы, характеристика, пищевая ценность, кулинарное использование

Для цитирования: Сравнительная характеристика порошкообразных растительных компонентов и сырья для использования в пищевых технологиях / А.Т. Васюкова, И.У. Кусова, М.М. Дышекова, А.В. Мошкин, А.Р. Эдварс, А.С. Москаленко // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 9-17. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-9-17>.

Original article

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF POWDERED PLANT COMPONENTS AND RAW MATERIALS FOR USE IN FOOD TECHNOLOGIES

Anna T. Vasyukova^{1✉}, Irina U. Kusova², Milana M. Dyshekova³, Alexander V. Moshkin⁴, Anatoly R. Edwards⁵, Alexandra S. Moskalenko⁶

^{1,2,3,4,5}Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

⁶Moscow University of Humanities and Economics, Moscow, Russia

¹vasyukova-at@yandex.ru✉

²ir.kusowa@yandex.ru

³dyshekovamm@mgupp.ru

⁴aldahaev@gmail.com

⁵aedvars@yandex.ru

⁶sasha19121978@mail.ru

Abstract. Topical issues of the use of vegetable raw materials of various degrees of readiness: fresh and powdered are considered. The present study demonstrates the value of using the experience of the best interdisciplinary research to create a comparative characteristic of raw materials when used in culinary practice and opens up additional possibilities for the use of raw materials or its individual components (vitamins, pigments, vitamin and mineral complexes) as health-saving targeted highly effective solutions in medical organizations of the healthcare system, in food, biotechnology and other fields. The FCS study of fruit and vegetable powders from apples, plums, kelp, mushrooms and onions was carried out during the spring and summer season. It was found that the concentration of BAS and BZHU in seaweed powder is 10-20% higher than in fresh kelp, and the content of iodide compounds is high. In seaweed powder, BCG is 40-50% higher than fresh white cabbage, and iodine is 98.2% higher. Samples of red onion powder by BZH exceed by 30-40% fresh red onion, with 23.6% more potassium and 18.1% more vitamin B6. The indicators of BZHU powder from chanterelles exceed raw mushrooms by 10-20%, copper is 13.7% more, and vitamin D2 is only in powder. Plum powder, unlike apple powder, is less concentrated. They differ in vitamins, magnesium and zinc by 2.7-3.6 times from fresh product, with high levels of pectin substances, and they are available in apples and plums in approximately the same quantities. It was found that at a humidity of 8.1-8.6%, the powders are different. Thus, the average value of the equivalent diameter of the powder particles varied from 126 to 141 microns; pH - from 6.07 to 6.25; the melting point is 150 -166 °C, WUS 6.1-9.9 g.

Keywords: vegetable raw materials, powders, algae, mushrooms, characteristics, nutritional value, culinary use

For citation: Comparative characteristics of powdered plant components and raw materials for use in food technologies. A.T. Vasyukova, I.U. Kusova, M.M. Dyshekova, A.V. Moshkin, A.R. Edwards, A.S. Moskalenko. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 3(33), pp. 9-17. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-9-17>.

Введение

В настоящее время внимание нутрициологов и производителей продуктов питания основано на использовании натуральных растительных ингредиентов - улучшителей пищевых производств, в основном из плодово-ягодного и растительного сырья. Наличие в данных источниках кислот, азотистых, минеральных и ароматических веществ, пищевых волокон, витаминов способно влиять на ход технологического процесса, свойства как полуфабрикатов, так и качество готовых продуктов [2, 4, 5].

Растительное сырье многокомпонентно, изменчиво по составу и свойствам, что может привести к изменению качества готовой продукции. В связи с этим особым значением обладают функционально-технологические свойства (ФТС) различных основных видов и их компонентов, понимание изменения характера ФТС под воздействием внешних и внутренних факторов [1, 3, 6].

Особый интерес в качестве пищевых добавок представляют собой порошкообразные плодовые и овощные полуфабрикаты, кроме некоторых (относительно пюре, экстрактов, соков и др.) заключается в снижении медицинских затрат, облегчении условий хранения и дозирования.

Порошкообразные пищевые продукты легко хранить и транспортировать, они имеют более длительный срок хранения, что сводит к минимуму потенциальные отходы, способствуя устойчивому развитию. Каждая категория пищевых продуктов имеет уникальный состав, отвечающий за ее химические и физические свойства, что напрямую влияет на стабильность порошкообразных продуктов. Используемый метод сушки имеет значение для получения желаемых характеристик порошкообразного пищевого продукта, и выбор каждой технологии может обеспечить уникальные морфологические свойства, касающиеся размера, формы и плотности, среди других факторов. Кроме того, необходимо также исследовать свойства регидратации, поскольку они играют фундаментальную роль в восстановлении порошкообразных пищевых продуктов, влияя на дисперсию и растворение порошка в жидкостях [11].

Известен порошок из лисичек. Установлено, что данный вид грибов имеет в составе уникальное вещество хитинманнозы, которое способно уничтожать паразитов. Этот полисахарид буквально растворяет яйца глистов, а также парализует их нервные рецепторы. В то же время, это вещество действует избирательно и человеку никакого вреда не наносит. Ниацин - важнейший участник обмена веществ, помогающий желудку и кишечнику, расщеплять и переваривать пищу. В лисичках обнаружено значительное количество меди, необходимой для выработки гемоглобина.

Красный лук - источник большого количества витаминов и минеральных веществ. Он обладает отличными вкусовыми характеристиками. В состав красного лука входит множество полезных микроэлементов, в том числе и большое количество антиоксидантов, эфирных масел, дисульфида.

В состав морской капусты входят практически все полезные для организма микроэлементы, среди них йод, фосфор, магний, железо, натрий, витамины группы А, С, В, Е, D. В морской капусте количество этих витаминов в несколько раз превосходит их количество в капусте обычной. В ламинарии присутствуют альгинаты, энтеросорбенты натурального происхождения, которые выводят токсины, болезнетворные бактерии, радионуклиды и ионы из организма.

Фруктовые порошки (яблочный и сливовый) представляют собой концентрированные и измельченные фрукты, лишенные влаги. Это не только вкусное удовольствие, но и настоящий кладезь питательных веществ. Они содержат огромное количество витаминов, минеральных веществ и антиоксидантов, благоприятно влияющих на здоровье граждан. Фруктово-ягодные порошки - это инновационный продукт, позволяющий сохранить все полезные свойства свежих плодов в концентрированной форме.

Целью настоящей работы является изучение функционально-технологических свойств сырья и порошков для эффективного использования в пищевых технологиях.

Материалы и методы исследований

В представленных исследованиях включены статьи баз данных Scopus, RSCI, РИНЦ за последние два года (2022-2023 гг.). Были отобраны 12 источников научной литературы в области получения и использования высокоэффективных и здоровьесберегающих технологий, сырья и продуктов переработки плодов и овощей. В работе использованы современные общедоступные методы исследования качества сырья и готовых изделий.

В качестве объектов использовано сырье, произрастающее в Московском регионе, а также имеющееся в достаточном количестве в розничной торговле: лук, грибы, яблоки, сливы и ламинария.

Порошок из морской водоросли - ГОСТ 20438-75. Он имеет следующие характеристики, приведенные в табл. 1.

Сравнение производилось между морской капустой (ламинарией) сушеной порошкообразной, ламинарией без обработки и капустой белокочанной.

Таблица 1. Сравнение порошка из морской капусты и свежей ламинарии, в 100г

Пищевая ценность	Порошок из морской капусты	Ламинария свежая	Отклонения ±
Калорийность, ккал	190	24,9	7,63
Белки, г	13,5	0,9	15,0
Жиры, г	1,7	0,2	8,5
Углеводы, г	42,6	3,0	14,1
Витамин В ₉ , мкг	180	2,3	78,26
Витамин В ₁₂ , мкг	1,0	1,0	1,0
Витамин К, мкг	66	66	1,0
Кремний, мг	30	51	0,59
Йод, мкг	3050	2500	1,22
Цинк, мг	1230	1,23	1000
Марганец, мг	160	0,2	800

На основе анализа результатов таблицы 1 следует, что концентрация биологически активных веществ (БАВ) и белков, жиров и углеводов (БЖУ) в порошке из морской капусты выше на 10-20 %, чем в свежей ламинарии. А также наблюдается высокое содержание йодистых соединений 3050 мкг, что имеет большое значение для людей, страдающих от дефицита йода в организме. Между тем, как свидетельствуют литературные данные, установлено, что для нормального функционирования организма здоровому человеку рекомендуется употреблять 150 мкг в сутки. Йод незаменим для полноценного роста и развития, обмена веществ, укрепления иммунитета, регулирования психоэмоционального состояния, повышения артериального давления, а также частоты и силы сердечных сокращений.

Сравнение между морской капустой и капустой белокочанной приведено в табл. 2.

Таблица 2. Сравнение порошка из морской капусты и капусты белокочанной, в 100г

Пищевая ценность	Порошок из морской капусты	Капуста белокочанная свежая	Отклонения ±
Калорийность, ккал	190	28	6,78
Белки, г	13,5	1,8	7,5
Жиры, г	1,7	0,2	8,5
Углеводы, г	42,6	4,7	9,06
Витамин В ₉ , мкг	180	22	8,18
Витамин В ₁₂ , мкг	1,0	-	1,0
Витамин К, мкг	66	76	0,87
Кремний, мг	30	53	0,57
Йод, мкг	3050	3	1016
Цинк, мг	1230	0,4	3075
Марганец, мг	160	0,17	941

В результате проведенной работы получено: показатели пищевой ценности в порошке из морской капусты превышают на 40-50 % свежую белокочанную капусту.

Так, концентрация йода в порошке из морской капусты на 98,2% выше, чем белокочанной. Концентрация цинка на 32,5%. Большое значение для организма имеет Цинк, он входит в состав сотни ферментов, белков, выполняющих защитные функции. Его содержание в организме невелико и варьируется в пределах от двух и до трех грамм. Больше всего этого вещества находится в нервной, мышечной, костной тканях, а также в почках, печени и железах.

Порошок из красного лука - ГОСТ 7587-71. Он имеет следующие характеристики, приведенные в табл. 3. Сравнение производилось между порошком из красного лука и свежим красным луком.

Таблица 3. Сравнение порошка из красного лука и свежего красного лука, в 100 г

Пищевая ценность	Порошок из красного лука	Красный лук	Отклонения ±
Калорийность, ккал	341	42	8,11
Белки, г	10,4	1,4	7,43
Жиры, г	1,0	-	1,0
Углеводы, г	63,9	9,1	7,02
Витамин В ₁ , мг	0,457	0,06	7,62
Витамин В ₆ , мг	0,718	0,13	5,52
Витамин С, мг	23,4	13	1,8
Калий, мг	985	233	4,23
Кальций, мг	384	41,3	9,21
Фосфор, мг	322	77,3	4,17
Марганец, мг	1,3	0,3	4,33

Из данных таблицы 3 можно сделать вывод, что пищевая ценность порошка из красного лука выше на 30-40%. Например, калий превосходит в порошке на 23,6%, витамин В₆ на 18,1% превышает в порошке.

Как известно, микроэлементы, минералы и витамины играют огромную роль в нормальном функционировании человеческого организма. Дефицит или наоборот их избыток, сразу сказывается на общем состоянии, и могут даже привести к появлению тяжёлых заболеваний. Калий играет огромную роль в поддержании силы в мышцах. Он участвует в метаболизме на клеточном уровне и приводит в норму работу сердца и сосудистой системы. Положительно сказывается на работе миокарда. При этом он поддерживает на необходимом уровне магний в организме, который играет не последнюю роль в работе сердца.

Порошок из лисичек - ГОСТ 33318-2015. Он имеет следующие характеристики, приведенные в табл. 4. Сравнение производилось между порошком из лисичек и сырыми грибами.

Таблица 4. Сравнение порошка из лисичек и сырых лисичек, в 100г

Пищевая ценность	Порошок из лисичек	Грибы лисички (сырые)	Отклонения ±
Калорийность, ккал	261	19	13,74
Белки, г	22,3	1,5	14,87
Жиры, г	7,6	1,1	6,91
Углеводы, г	24,2	1,0	24,2
Калий, мг	450	450	1,0
Фосфор, мг	44	44	1,0
Сера, мг	40	40	1,0
медь, мкг	290	0,4	725
Витамин С, мг	34	34,0	1,0
Витамин В ₃ , мкг	4,1	4,1	1,0
Витамин D, мкг	5,3	5,3	1,0
Витамин D ₂ , мкг	5,3	-	-

Из сравнительных данных таблицы 4 можно сделать вывод о том, что пищевая ценность порошка из лисичек превышает на 10-20 %.

Например, медь в порошке – на 13,7%, а также витамин D₂ присутствует только в порошке.

Медь является одним из важнейших эссенциальных (жизненно-необходимых) микроэлементов. Её биологическая роль является компонентом многих ферментов, обладающих окислительно-восстановительной активностью. Участвует в метаболизме железа. Причины дефицита меди – недостаточное поступление меди с пищей и водой, нарушение обмена меди, заболевания желудочно-кишечного тракта (приводят к нарушению всасывания). Значима роль и витамина D₂. В организме взрослого человека витамин D₂ одновременно может быть витамином и гормоном. В последнем случае он оказывает влияние на работу почек, кишечника и мышц.

Порошок яблочный по ГОСТ Р 53183-2008. Яблочный порошок сублимационной сушки. Он имеет следующие характеристики, приведенные в табл. 5. Сравнение производилось между порошком из яблок и сырыми яблоками.

Таблица 5. Сравнение порошка из яблок и сырыми яблоками, в 100г

Пищевая ценность	Порошок из яблок	Яблоки свежие	Отклонения ±
Калорийность, ккал	316,3	47,0	6,73
Белки, г	2,8	0,4	7,0
Жиры, г	0,1	0,4	0,25
Углеводы, г	73,8	9,8	7,53
Витамин В ₂ , мг	0,05	0,02	2,5
Витамин В ₆ , мг	0,156	0,08	1,95
Витамин К, мкг	3,8	2,2	1,73
Кальций, мг	138	16	8,63
Магний, мкг	37,5	9,0	4,17
Цинк, мг	0,25	0,15	1,67
Марганец, мг	0,112	0,047	2,38

Порошок из яблок в 7 и более раз концентрированнее свежих плодов по содержанию основных пищевых веществ. Особенно богаты яблоки углеводами, кальцием, магнием и водорастворимыми витаминами.

Концентрат пищевой (сливовый) ГОСТ 18488-73. Он имеет следующие характеристики, приведенные в табл. 6. Сравнение производилось между порошком из слив и сырыми сливами.

Таблица 6. Сравнение порошка из слив и сырыми сливами, в 100г

Пищевая ценность	Порошок из слив	Сливы свежие	Отклонения ±
Калорийность, ккал	339	49	6,92
Белки, г	3,7	0,8	4,63
Жиры, г	0,73	0,3	2,43
Углеводы, г	89,07	9,6	9,28
Витамин В ₂ , мг	0,2	0,04	5,0
Витамин В ₆ , мг	0,7	0,08	8,75
Витамин А, мкг	88,0	17,0	5,18
Кальций, мг	72,0	20,0	3,6
Магний, мкг	64,0	9,0	7,11
Цинк, мг	0,8	0,1	8,0
Марганец, мг	0,3	0,11	2,73

Порошок из слив, в отличие от яблочного, менее концентрированный и отличается повышенными концентрациями витаминов, магния и цинка. Содержание кальция и марганца только в 2,7-3,6 раз больше свежего продукта. Хотя концентрация пектиновых веществ в яблоках и сливах примерно в одинаковых количествах. Степень метоксилирования пектинов из яблок колеблется в пределах 70,71–81,85%, из слив – 60,99–67,31% [6].

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование функционально-технологических свойств плодовых и овощных порошков из яблок, слив, ламинарии, грибов и красного лука проводили в течение весенне-летнего сезона. Полученные результаты приведены в таблице 7.

Таблица 7. Физико-химические характеристики порошкообразных полуфабрикатов из плодов и овощей, в 100 г

Показатель	Яблочный	Сливовый	Ламинарии	Грибной	Луковый
Массовая доля влаги, %	8,1	8,3	8,2	8,2	8,6
Эквивалентный диаметр частиц порошков, мкм	131	126	128	129	141
pH	6,11	6,07	6,09	6,25	6,06
Температура плавления, °С	150	166	161	153	154
Влагоудерживающая способность, г	9,9	6,2	6,1	6,7	8,5

Установлено, что практически при одинаковой влажности (8,1-8,6%) порошки имеют различные физико-химические показатели. Так, среднее значение эквивалентного диаметра частиц порошков (4 экв.) изменялось в пределах от 126 до 141 мкм; pH - от 6,07 до 6,25; температура плавления - от 150 до 166°С, влагоудерживающая способность (ВУС) - от 6,1 до 9,9 г воды/г продукта.

Следует отметить, что фракционный состав порошков сравнительно однороден, среднее значение размеров частиц группы (86,94%) не составляет 300 мкм, имеет размеры более 300 мкм в среднем от 2 до 11% от общего количества частиц. Для сравнения взят фракционный состав сухих функциональных многокомпонентных смесей с выходом муки 87,4-90,0 %, частицы которых имеют размеры в пределах от 132 до 224 мкм.

Исследование фракционного (гранулометрического) состава ограничивающих порошков показало, что они в блокировании количества содержания средней фракции (от 150 до 300 мкм) и, таким образом, обладают хорошей сыпучестью. Частицы представляют собой изодиаметрические (симметричные, равноосные), то есть шарообразные образования, которые зависят от анатомо-морфологических составляющих измельченных компонентов и типа измельченной машины.

По показателю насыпной плотности тяжелые порошки характеризуются как средние ($1100 < \rho_n > 600 \text{ кг/м}^3$).

Температура плавления порошков не превышала 165°С, что немаловажно, так как температура поверхности кулинарных изделий, приготавливаемых традиционным способом жарки, основным способом или в пароконвектомате на режиме «жар» или «жар+пар» (котлеты, биточки, булочки) в течение 4-5 минут достигает 100 °С и, не задерживаясь при этом, продолжает нарастать, и к концу тепловой обработки через 7-9 минут достигает ~ 180 °С [8]. В результате порошки будут плавиться на поверхности выпекаемой заготовки, позволяя ей при этом интенсивно окрашивать кулинарное изделие и блестеть [7-10].

Повышенная влагоудерживающая способность растительных порошков определяет возможность повышения влажности образцов мясных, рыбных изделий и тестовых полуфабрикатов на 1,0-2,0%, что способствует увеличению выхода готовой продукции и продлению срока ее свежести.

Исходя из химического состава плодовых и растительных порошков, водорослей, их используют для корректировки хлебопекарных свойств муки, повышения пищевой ценности мясных и рыбных полуфабрикатов.

Выводы

1. Полученные результаты показывают, что эффективным способом повышения пищевой ценности и функционально-технологических свойств мясных, рыбных изделий и тестовых полуфабрикатов является использование порошков из овощей, грибов и водорослей.
2. Повышение сочности мясных и рыбных изделий возможно при концентрации порошкообразных добавок в рецептуре 1-3 г на 100 г продукта.
3. Использование натуральных ингредиентов в пищевом производстве является эффективным, доступным и безопасным способом повышения эффективности кулинарных изделий.

Список источников

1. Васюкова А.Т. и др. Влияние обогащающих добавок на пищевую ценность мясных и рыбных продуктов / А.Т. Васюкова, Т.В. Першакова, Д.Н. Фалин, Т.В. Яковлева, Н.И. Мячикова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 2-3 (320-321). С. 11-13.
2. Васюкова А.Т., Валова В.Д. Гидроколлоидные свойства структурообразователей мясных фаршевых изделий // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2012. № 2. С. 183-188.
3. Васюкова А.Т., Валова В.Д., Котенко А.А. Особенности окраски мясных кулинарных изделий // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2012. № 3. С. 185-188.
4. Васюкова А.Т., Васюков М.В., Мушин П. Структурно-механические показатели качества рубленой и котлетной мясной массы с биологически активными добавками // Агропромышленные технологии Центральной России. 2016. № 2 (2). С. 15-20.
5. Джахангирова Г.З. Функционально-технологические свойства растительных порошков // Европейские исследования. 2016. С. 1-3.
6. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства / Д. Р. Созаева, А. С. Джабоева, Л. Г. Шаова, О. К. Цагоева // Вестник ВГУИТ. 2016. №2. С. 170-174.
7. Anderson J.W. Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular diseases. Proc Nutr Soc 62. 2003. Pp. 135-142.
8. Cauvain S.P. and Telloke G.W. Danish pastries and croissant. FMBRA Report No. 153, CCFRA Chipping Campden, UK. 1993.
9. Comprehensive assessment of bakery products with malt additives and optimal consumer properties. A.T. Vasyukova, A.A. Slavyansky, P.A. Kapyrin, S.V. Yegorova, A.V. Moshkin, M.M. Kononenko. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series «International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Processing, Storage and Recycling of Plant Crops». 2021. Pp. 022036.
10. Liukkonen K.-H., Katina K., Wilhelmsson A., Myllymaki O., Lampi A., Kariluoto S., Pii-ronen V., Heinonen S., Nurmi T., Adlercreutz H., Peltoketo A., Pihlava J., Hietaniemi V. and Poutanen K. Session: Health effects of whole grains, process-induced changes on bioactive compounds in whole grain rye. Proc Nutr Soc 62. 2003. Pp. 117-122.
11. Ueda D. M., Morales P., Fernandez-Ruiz V., Ferreira A., Barros L., Carocho M., Heleno S. A. Powdered foods: structure, processing and problems: a review. MDPI Applied Sciences. 13(22). 2023. Pp. 12496.

References

1. Vasyukova A.T. et al. The effect of enriching additives on the nutritional value of meat and fish products. A.T. Vasyukova, T.V. Pershakova, D.N. Falin, T.V. Yakovleva, N.I. Myachikova. News of higher educational institutions. Food technology, 2011, no. 2-3 (320-321), pp. 11-13.
2. Vasyukova A.T., Valova V.D. Hydrocolloidal properties of structure-forming agents of minced meat products. Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy, 2012, no. 2, pp. 183-188.

3. Vasyukova A.T., Valova V.D., Kotenko A.A. Features of coloring of meat culinary products. Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy, 2012, no. 3, pp. 185-188.
4. Vasyukova A.T., Vasyukov M.V., Mushin P. Structural and mechanical indicators of the quality of chopped and cutlet meat mass with biologically active additives. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2016, no. 2 (2), pp. 15-20.
5. Dzhakhangirova G.Z. Functional and technological properties of plant powders. European studies, 2016, pp. 1-3.
6. The content of pectins in various types of fruit crops and their physico-chemical properties. D. R. Sozaeva, A. S. Dzhaboeva, L. G. Shaova, O. K. Tsagoeva. Bulletin of VSUET, 2016, no. 2, pp. 170-174.
7. Anderson J.W. Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular diseases. Proc Nutr Soc 62, 2003, pp. 135-142.
8. Cauvain S.P. and Telloke G.W. Danish pastries and croissant. FMBRA Report No. 153, CCFRA Chipping Campden, UK. 1993.
9. Comprehensive assessment of bakery products with malt additives and optimal consumer properties. A.T. Vasyukova, A.A. Slavyansky, P.A. Kapyrin, S.V. Yegorova, A.V. Moshkin, M.M. Kononenko. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series «International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials - Technology of Processing, Storage and Recycling of Plant Crops», 2021, pp. 022036.
10. Liukkonen K.-H., Katina K., Wilhelmsson A., Myllymaki O., Lampi A., Kariluoto S., Piiroinen V., Heinonen S., Nurmi T., Adlercreutz H., Peltoketo A., Pihlava J., Hietaniemi V. and Poutanen K. Session: Health effects of whole grains, process-induced changes on bioactive compounds in whole grain rye. Proc Nutr Soc 62, 2003, pp. 117-122.
11. Ueda D. M., Morales P., Fernandez-Ruiz V., Ferreira A., Barros L., Carocho M., Heleno S. A. Powdered foods: structure, processing and problems: a review. MDPI Applied Sciences. 13(22), 2023, pp. 12496.

Информация об авторах

А.Т. Васюкова – доктор технических наук, профессор кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса;

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

М.М. Дышекова – аспирант;

А.В. Мошкин – кандидат технических наук, доцент кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса;

А.Р. Эдварс – аспирант;

А.С. Москаленко – соискатель кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса.

Information about the authors

A.T. Vasyukova – Doctor of technical sciences, professor of the department of food industry, hotel business and service;

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

M.M. Dyshekova – Postgraduate student;

A.V. Moshkin – Candidate of technical sciences, associate professor of the department of food industry, hotel business and service;

A.R. Edwards – Postgraduate student;

A.S. Moskalenko – Applicant for the department of food industry, hotel business and service.

Научная статья

УДК 641/642

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-18-26

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ РАЦИОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Вернер Алексей Владимирович¹, Чугунова Ольга Викторовна^{2✉},

Гращенко Дмитрий Валерьевич³, Заворохина Наталия Валерьевна⁴

^{1,2,3,4}Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

¹tp@usue.ru

²chugun.ova@yandex.ru[✉]

³1@edtd.ru

⁴ip@usue.ru

Аннотация. В качестве объекта для разработки рациона было выбрано питание детей, учащихся в общеобразовательных учреждениях в возрасте от 7 до 12 лет. Цель работы – разработать методику проектирования рациона завтраков для питания детей с непереносимостью лактозы. На каждый день были спроектированы основные блюда на основе рецептов из исходного меню, в которых молоко и творог были заменены на безлактозные аналоги, а все остальные молочные компоненты были исключены. Исключением стал омлет – из него был исключен безлактозный молочный компонент по причине имеющейся сладости и несочетаемости компонентов. В качестве платформы для разработки послужила программа для ЭВМ «Система расчетов для общественного питания». Проведена визуализация сборника с составлением базы фотографий всего ассортимента. Для взаимодействия с пользователем было разработано веб-приложение на языке программирования Python версии 3.4 с помощью библиотеки Django версии 3.2, в качестве базы данных был выбран sqlite 3. Показана возможность покрытия пищевой, в том числе аминокислотной и энергетической ценности при исключении продуктов аллергенов. Для достижения максимального приближения к нормам можно дополнительно увеличить продукты животного происхождения (мясо, субпродукты, птица), но также необходимо рассмотреть возможность внесения в продуктовую ведомость детей с непереносимостью лактозы безлактозных или низколактозных (в зависимости от тяжести недуга) продуктов, на основе которых можно изготавливать готовую продукцию.

Ключевые слова: рационы, питание детей, безлактозная продукция

Для цитирования: Проектирование персонализированных рационов с применением специализированной продукции / А.В. Вернер, О.В. Чугунова, Д.В. Гращенко, Н.В. Заворохина // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 18-26. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-18-26>.

Original article

DESIGNING PERSONALIZED DIETS USING SPECIALIZED PRODUCTS

Alexey V. Werner¹, Olga V. Chugunova^{2✉}, Dmitriy V. Grashchenkov³, Natalia V. Zavorokhina⁴

^{1,2,3,4}Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

¹tp@usue.ru

²chugun.ova@yandex.ru[✉]

³1@edtd.ru

⁴ip@usue.ru

Abstract. As an object for the development of the diet, the nutrition of children, students in general education institutions aged 7 to 12 years was chosen. The aim of the work is to develop a methodology for designing a breakfast diet for feeding children with lactose intolerance. It was found that the average values of the initial menu are within the norm, in the context of each day there are deviations in individual content

of more than 5%. For each day, main dishes were designed based on recipes from the original menu, in which milk and cottage cheese were replaced with lactose-free analogues, and all other dairy components were excluded, the omelet was the exception - the lactose-free milk component was excluded from it due to the available sweetness and incompatibility of the components. The computer program "Calculation system for public catering" served as a platform for development. The visualization of the collection was carried out with the compilation of a database of photographs of the entire assortment. To interact with the user, a web application was developed in the Python programming language version 3.4 using the Django library version 3.2, sqlite3 was selected as the database. It is shown that it is possible to cover food, including amino acid, and energy values, while excluding allergen products. To achieve maximum approximation to the norms, animal products (meat, offal, poultry) can be additionally increased, but it is also necessary to consider the possibility of adding lactose-intolerant, lactose-free or low-lactose (depending on the severity of the disease) products to the grocery list, on the basis of which finished products can be made.

Keywords: diets, children's nutrition, lactose-free products

For citation: Designing personalized diets using specialized products. A.V. Werner, O.V. Chugunova, D.V. Grashchenkov, N.V. Zavorokhina. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 3(33), pp. 18-26. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-18-26>.

Введение

Существует достоверная статистическая взаимосвязь между наличием у человека определенных разновидностей (аллелей) фиксированных генов и предрасположенностью к наследственным заболеваниям [14]. «Сегодня такая связь установлена по отношению к более чем 150 наследственным заболеваниям. При этом заболевания наступают только в связи с экспрессией неблагоприятных аллелей генов, кодирующих данное заболевание, под которой подразумевается активация генов, приводящая к синтезу ферментов, инициирующих те или иные биохимические процессы. Важную роль в процессе инициации активности неблагоприятных генов играет питание» [13].

Разработка рационов – это сложный и трудоемкий процесс, предполагающий расчет пищевой ценности отдельных рецептов на заданный выход, отдельных приемов пищи и рациона за день [4]. Дополнительно необходимо определить объемы пищи по каждому приему. Каждый рассчитываемый параметр сопоставляется с действующими требованиями на соответствие по установленным отклонениям и в дальнейшем корректируется. Расчет параметров производится:

- за каждый день;
- каждую неделю;
- весь период [2].

Наличие сборников рецептов и электронных программных средств значительно ускоряет разработку, переключая сложные математические расчеты на готовые программные комплексы [5].

Для разработки рационов питания для населения с пищевой аллергией необходимо иметь ассортимент, соответствующий рекомендациям врача-диетолога. В большинстве ассортиментов безлактозных продуктов органичен, вследствие чего возникает необходимость разработки нового ассортимента безлактозных блюд [12].

Стандартные этапы разработки блюда представлены на рисунке 1.

Разработка проекта блюда один из самых трудоемких этапов, который перерабатывается и корректируется наиболее часто, для разработки следует привлекать современные методы и подходы, включая проектирование.

Проектирование пищевых продуктов – это творческий процесс, направленный на разработку инновационных рецептов, способных обеспечить высокий уровень соответствия комплекса характеристик пищевого продукта потребностям потребителя и стандартам содержания питательных веществ и калорийности [1].

Основные принципы проектирования рецептов пищевых продуктов были предложены академиком Н.Н. Липатовым и основаны на систематизации качественных и количественных

аспектов рационального использования необходимых аминокислот в технологии адекватного питания [8]. В своих трудах Н.Н. Липатов уделяет особое внимание математическому анализу различных показателей качества пищевых продуктов, что становится основой для разработки компьютерных программ ЭВМ.

С развитием информационных технологий и возможностей использования ЭВМ появились математические системы для реализации различных моделей проектирования многокомпонентных рецептов [1, 6].

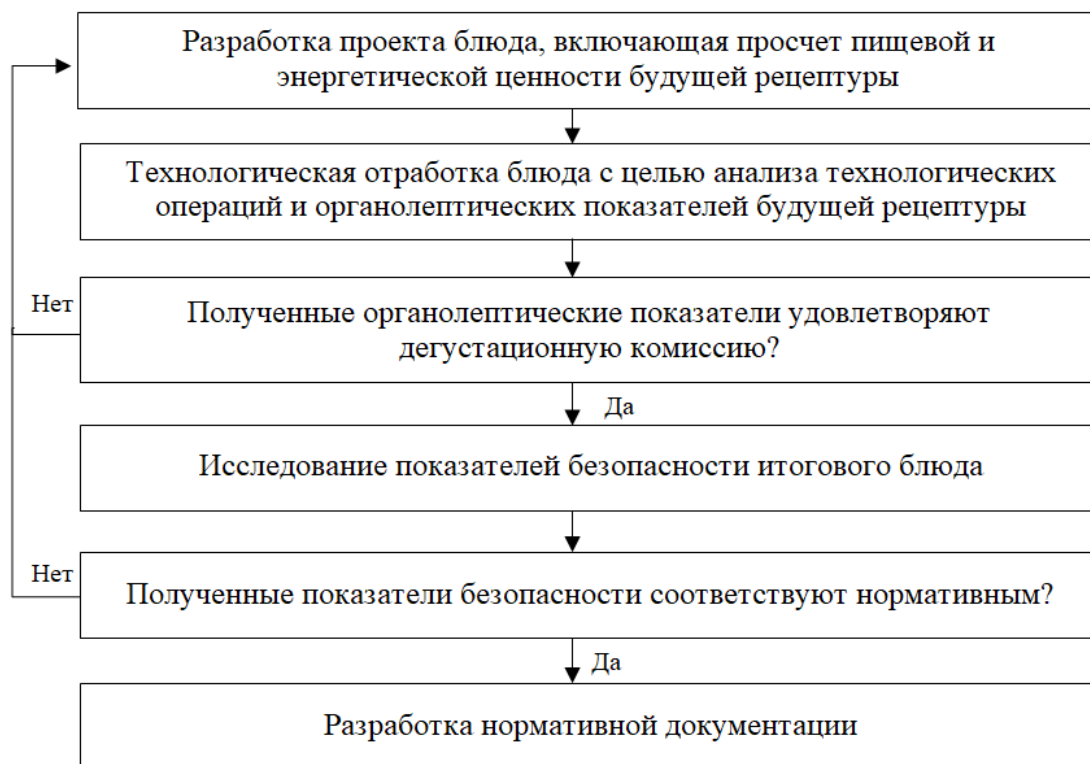


Рисунок 1. Стандартные этапы разработки блюда

Е.И. Муратова [1] приводит примеры проектирования многокомпонентных пищевых продуктов, вычисления которых построены на базе математического комплекса Matlab с использованием встроенной функции линейного программирования linprog.

В своей работе А.И. Лепешкин [7] приводит описание процесса оптимизации (частный случай проектирования) с использованием электронных таблиц Microsoft Excel и встроенным модулем «Поиск решения» и отмечает простоту интерфейса для пользователя, наиболее эффективными для решения задач проектирования многокомпонентных рецептов выделяет комплексы MathCAD, Maple, Mathematica.

В статье О.Е. Кротовой [6] приводится пример оптимизации рецептурного состава существующего кисломолочного продукта с использованием комплекса Microsoft Excel, отличительной особенностью решения является реализация матричного метода разработки рецептуры и использование в качестве целевой функции максимизация белкового компонента.

В работах М.А. Никитиной [10,11] приведена не только модель проектирования, но и параметрическое описание, из которого составлена параметрическая модель, взятая за основу для разработки мясного продукта, предложены методы разработки [9] и оптимизации персонализированного рациона питания на основе структурно-параметрического моделирования усваивания элементов с учетом генетики и медико-биологических требований, учитывающих параметры конкретного человека [11].

Проектирование многокомпонентных рецептов с заданными пищевыми свойствами позволяет быстро и эффективно разработать сложную рецептуру при накладываемых ограни-

чениях, появляется перспектива разработки комплексов для проектирования рационов и физиологических норм, в том числе персональных.

Цель работы – разработать методику проектирования рациона завтраков для питания детей с непереносимостью лактозы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в период с 2021 по 2022 год. В качестве объекта для разработки рациона было выбрано питание детей, учащихся в общеобразовательных учреждениях в возрасте от 7 до 12 лет. Завтрак – прием пищи, где наиболее часто встречаются блюда, изготавливаемые из продуктов с содержанием лактозы – молоко, творог, сыр, сметана и сливочное масло. В качестве фундамента будет взят рацион завтрака для детей от 7 до 12 лет, размещенный на сайте школы города Екатеринбург, где каждый день, согласно письму Министерства Просвещения Российской Федерации №ГД-1158/01 от 17.05.2021 «О размещении меню» оператор питания обязан размещать суточное меню в виде электронной таблицы в формате XLSX с декларированием содержания белков, жиров, углеводов, а также энергетической ценности (отдельных изделий (блюд) и приемов в целом). Для унификации анализируемых рационов пищевая ценность была скорректирована с использованием стандартизованного Сборника технических нормативов [15].

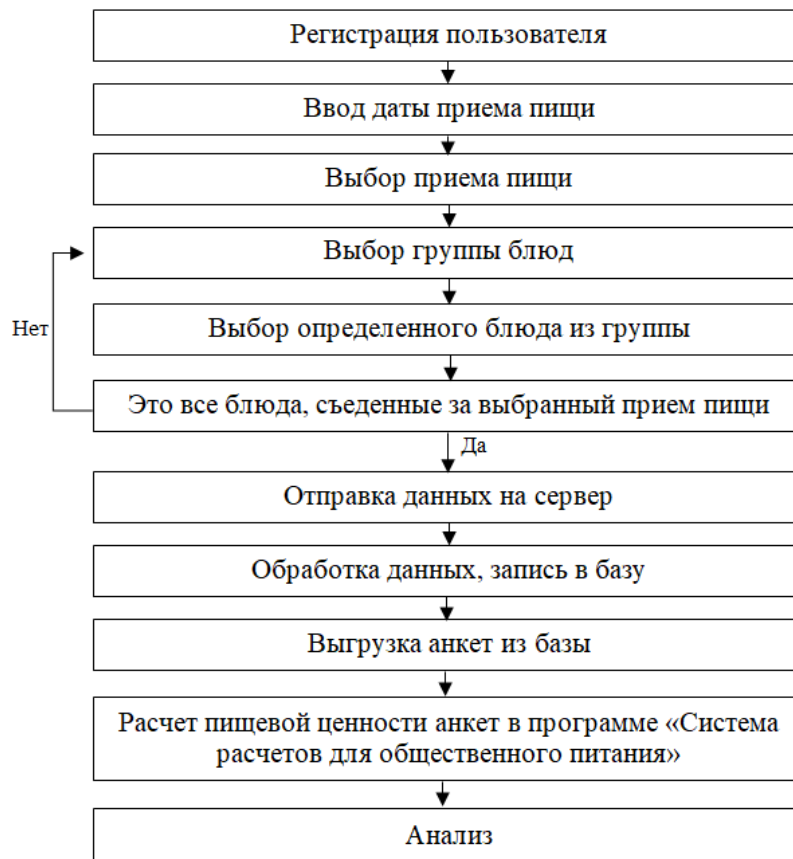


Рисунок 2. Схема работы приложения

Программа для ЭВМ «Система расчетов для общественного питания» была выбрана в качестве платформы для разработки. В сборниках содержится необходимая справочная информация о пищевой ценности пищевого сырья и готовых продуктов, а также о потерях веществ при различных методах обработки. Была осуществлена визуализация сборника с составлением базы фотографий всего ассортимента.

Для обеспечения взаимодействия с пользователями было создано веб-приложение на базе языка программирования Python версии 3.4 с использованием библиотеки Django версии

3.2. В качестве хранилища данных была выбрана sqlite3. Эти инструменты были задействованы для разработки простого и интуитивно понятного веб-интерфейса, представляющего собой электронную анкету с возможностью выбора блюд по их названиям и фотографиям. Схема функционирования приложения представлена на рисунке 2.

Этот формат обеспечивает удобное фильтрование и агрегацию данных. В конечном варианте каждый пользователь имеет полную информацию о химическом составе своего рациона, включая выбранные блюда и количество потребленной порции каждого из них.

Результаты исследований и их обсуждение

Проектирование многокомпонентных рецептов позволяет при накладываемых ограничениях получить наиболее оптимальную рецептуру, это даёт возможность вести разработку блюд, пищевая ценность которых будет заранее известна и наиболее близка к заданной. Горячие напитки, в состав которых входит молоко, заменены на горячие напитки на безлактозном молоке с уменьшением закладки сахара на 20 %.

Анализ средних показателей исходного меню в рамках нормы в разрезе каждого дня показал, что присутствуют отклонения по отдельному содержанию свыше 5 %. Суточный продуктовый набор молочной продукции по исходному двухнедельному меню представлен в таблице 1.

Таблица 1. Суточное потребление молочной продукции исходного двухнедельного меню

№ дня	Количество в сутки, г				
	Молоко	Творог	Сыр	Сметана	Масло сливочное
1	205,0	0,0	8,9	0,0	9,78
2	37,5	0,0	11,3	0,0	5,3
3	184,0	0,0	8,9	0,0	9,7
4	4,0	70,0	0,0	2,5	5,0
5	184,0	0,0	8,9	0,0	9,7
6	205,0	0,0	8,9	0,0	9,7
7	41,3	0,0	7,5	0,0	5,3
8	184,0	0,0	8,9	0,0	8,6
9	4,0	70,0	0,0	2,5	5,0
10	184,0	0,0	8,9	0,0	9,7
Итого	1232,8	140,0	72,2	5,0	77,7
Среднее	123,3	14,0	7,2	0,5	7,8
Суточная норма	300,0	50,0	10,0	10,0	30,0
Выполнение, %	41,1	28,0	72,0	5,0	26,0

Исходя из среднего потребления молочных продуктов, был рассчитан процент покрытия пищевых веществ на завтрак, график представлен на рисунке 3. Для расчетов было взято молоко 2,5 % жирности, творог 9 % жирности, масло сливочное 72,5 % жирности, сыр типа «Российский», сметана 15% жирности.

Горячие напитки, в состав которых входит молоко, будут заменены на горячие напитки на безлактозном молоке с уменьшением закладки сахара на 20 %. Продукты-аллергены, например, сгущенное молоко, которое идет в дополнение к творожной запеканке будет заменено на джем фруктовый. После предварительной замены и исключения рассчитывается пищевая ценность для проектирования нового блюда.

На каждый день были спроектированы основные блюда на основе рецептов из исходного меню, в которых молоко и творог были заменены на безлактозные аналоги, а все остальные молочные компоненты были исключены, исключением стал омлет – из него было исключен безлактозный молочный компонент по причине имеющейся сладости и несочетае-

мости компонентов. Данные по суточному потреблению молочной безлактозной продукции в разрезе каждого дня и в среднем представлены в таблице 2.

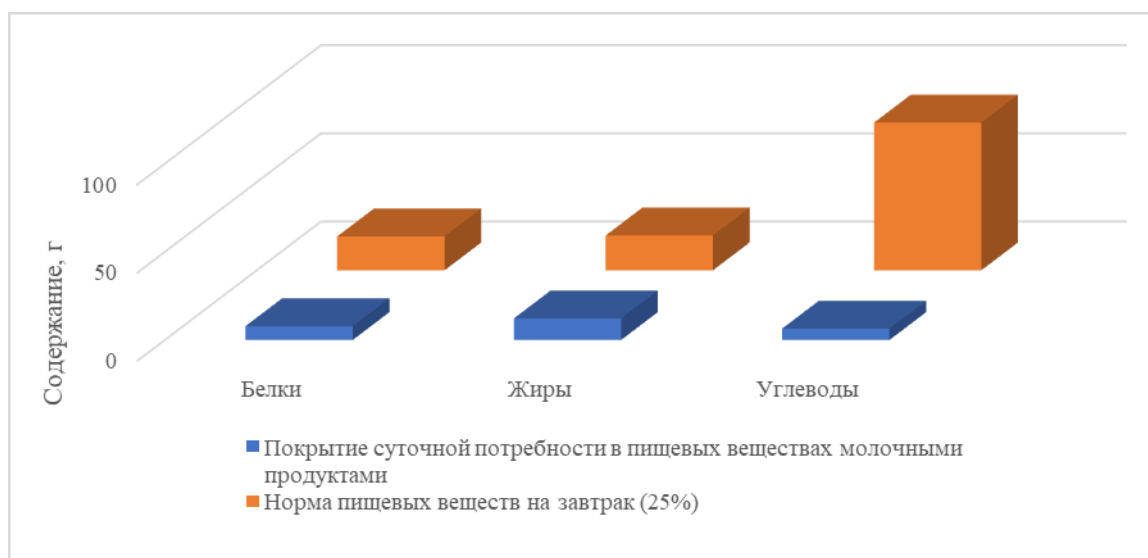


Рисунок 3. Покрытие суточной потребности в пищевых веществах на завтрак (проектируемый рацион)

Таблица 2. Суточное потребление молочной безлактозной продукции полученного двухнедельного меню завтраков

№ дня	Количество в сутки, г				
	Молоко	Творог	Сыр	Сметана	Масло сливочное
1	220,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	201,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	106,3	0,0	0,0	0,0
5	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	190,1	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	100,0	78,9	0,0	0,0	0,0
10	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Итого	1311,1	185,2	0,0	0,0	0,0
Среднее	131,11	18,52	0,0	0,0	0,0
Суточная норма	300,0	50,0	10,0	10,0	30,0
Выполнение, %	43,70	37,04	0,0	0,0	0,0

Анализ фактического питания позволяет своевременно разрабатывать и проводить мероприятия по повышению качества питания, а также реагировать на возможные отклонения. Для получения актуальных и точных данных в реальном времени было принято решение разработать методику анализа фактического питания с применением современных компьютерных технологий.

Совместно с Екатеринбургским медицинским научным центром (ЕМНЦ) был проведен анализ фактического питания детей дошкольного общеобразовательного учреждения г. Нижний Тагил. Ответственность за заполнение «Дневника питания» возложена на родителей, которым была предоставлена инструкция с подробным описанием использования веб-приложения. В качестве анализируемых показателей были выбраны: белки (животного и растительного происхождения), жиры (животного и растительного происхождения), углеводы, энергетическая ценность (ЭЦ), йод, цинк и селен. Система способна рассчитывать все

витамины, минеральные элементы, а также аминокислоты, представленные в таблицах химического состава и калорийности российских пищевых продуктов [3].

С помощью разработанного подхода подсчета продуктовых норм можно разрабатывать решение, в котором есть возможность комбинировать замену аллергенных продуктов и полностью исключить распределение пищевой ценности исключенной продукции между оставшейся.

Выводы

1. По итогам проделанной работы предложена методика разработки рационов питания, в том числе для детей с пищевыми аллергиями, основанная на проектировании блюда (изделия) с заданным пищевым составом при накладываемых ограничениях, метод проектирования продукции также автоматизирует расчеты, что снижает время на разработку новых фирменных изделий (блюд) и рационов питания.

2. Анализ суточного продуктового набора молочной продукции по исходному двухнедельному меню показал, что процент потребления молочной продукции по категории «молоко» в среднем составляет 41,1 %, наиболее полное соответствие установлено по категории «сыры» (72,0 %), самое низкое в среднем 5 % от суточного продуктового набора установлено у категории «сметана», в категории «творог» - 28 %.

3. Анализ потребления молочной продукции скорректированного двухнедельного меню показал, что процент потребления по категории «молоко» в среднем составляет 43,7 %, в категории «творог» - 37,04 %. Это показывает, что можно разрабатывать решение, в котором есть возможность комбинировать замену аллергенных продуктов с распределением пищевой ценности исключенной продукции между оставшейся.

4. С помощью методики проектирования разработаны рецептуры и рацион завтрака для детей от 7 до 11 лет с непереносимостью лактозы, которые были внедрены в работу оператора питания города Екатеринбурга.

5. Разработана система мониторинга с использованием информационных технологий с интуитивно понятным веб-интерфейсом, с помощью которого можно получать и анализировать данные о фактическом питании в реальном времени.

Список источников

1. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания: учебное пособие / Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий, О.В. Зюзина, Д.В. Леонов. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. 80 с.

2. Вадовский И.К., Васюкова А.Т., Григорян А.Э. Блюда диетического питания оптимизированного состава // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 3(29). С.10-17.

3. Гращенко Д.В., Вернер А.В. К вопросу об организации питания детей с пищевыми аллергиями (на примере организации питания детей в Свердловской области) // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2022. № 2(73). С. 57-63.

4. Гращенко Д.В., Дубенко С.Э., Чугунова О.В. Применение методов математического моделирования при разработке рационов заданной пищевой ценности // Индустрия питания. 2023. Т. 8, № 1. С. 84-91.

5. Гращенко Д.В. Математическое моделирование рецептур для организации детского питания / Индустрии питания; Издательство: Уральский государственный экономический университет (Екатеринбург), 2018. С. 66-73.

6. Кротова О.Е., Чернышков А.С., Халгаева К.Э. Проектирование рецептуры йогурта, обогащенного конопляной мукой, сиропом топинамбура и сиропом агавы // Современная наука и инновации. 2022. № 4(40). С. 122-127.

7. Лепешкин А.И., Надточий Л.А., Чечеткина А.Ю. Проектирование состава продуктов питания с заданными свойствами. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2020. 46 с.

8. Липатов Н. Н. Принципы и методы проектирования рецептур пищевых продуктов, балансирующих рационы питания // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1990. № 6(199). С. 5-10.
9. Лисицын А. Б., Чернуха И. М., Никитина М. А. Формирование персонализированного рациона питания с использованием структурной оптимизации // Пищевые системы. 2023. Т. 6. № 1. С. 64-71.
10. Никитина М. А., Сусь Е.Б., Завгороднева Д.В. Информационные технологии в разработке многокомпонентных мясных продуктов с учетом биологической ценности // Все о мясе. 2014. № 4. С. 48-51.
11. Никитина М.А. Персонализация в структурной оптимизации рациона индивидуального питания человека // Математические методы в технологиях и технике. 2022. № 1. С. 85-88.
12. Питюрина И.С., Евсенина М. В., Лупова Е. И. Улучшение потребительских свойств сырников путём использования псиллиума // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 4(30). С. 59-67.
13. Разработка методологии формирования рационов питания для целевых групп потребителей на основе анализа их геномов / В. Н. Иванова, И. А. Никитин, Н. А. Жученко [и др.] // Пищевая промышленность. 2018. № 10. С. 40-44.
14. Рождественская Л. Н., Романенко С. П., Чугунова О. В. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья // Индустрия питания. 2023. Т. 8. № 2. С. 63-72.
15. Сборник технических нормативов для питания детей в дошкольных организациях. Екатеринбург, УрГЭУ, 2008-2011 г. Экспертное заключение №02-01-12-13-01/276.

References

1. Computer-aided design of complex multicomponent food products: a textbook. E.I. Muratova, S.G. Tolstykh, S.I. Dvoretzky, O.V. Zyuzina, D.V. Leonov. Tambov: Publishing house of FGBOU VPO «TSTU», 2011. 80 p.
2. Vadovsky I.K., Vasyukova A.T., Grigoryan A.E. Dishes of dietary nutrition of optimized composition. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2023, no. 3(29), pp.10-17.
3. Grashchenkov D.V., Werner A.V. On the issue of catering for children with food allergies (on the example of catering for children in the Sverdlovsk region). Technology and commodity science of innovative food products, 2022, no. 2(73), pp. 57-63.
4. Grashchenkov D.V., Dubenko S.E., Chugunova O.V. Application of mathematical modeling methods in the development of diets of a given nutritional value. Food industry, 2023, vol. 8, no. 1, pp. 84-91.
5. Grashchenkov D.V. Mathematical modeling of formulations for the organization of baby food. Food industry; Publishing house: Ural State University of Economics (Yekaterinburg), 2018, pp. 66-73.
6. Krotova O.E., Chernyshkov A.S., Khalgaeva K.E. Designing a recipe for yogurt enriched with hemp flour, jerusalem artichoke syrup and agave syrup. Modern science and innovation, 2022, no. 4(40), pp. 122-127.
7. Lepeshkin A.I., Nadtochiy L.A., Chechetkina A.Yu. Designing the composition of food products with specified properties. St. Petersburg: ITMO University, 2020. 46 p.
8. Lipatov N. N. Principles and methods of designing food formulations that balance diets. News of higher educational institutions. Food technology, 1990, no. 6(199), pp. 5-10.
9. Lisitsyn A. B., Chernukha I. M., Nikitina M. A. Formation of a personalized diet using structural optimization. Food systems, 2023, vol. 6, no. 1, pp. 64-71.
10. Nikitina M. A., Sous E.B., Zavgorodneva D.V. Information technologies in the development of multicomponent meat products taking into account biological value. All about meat, 2014, no. 4, pp. 48-51.

11. Nikitina M.A. Personalization in the structural optimization of the individual human nutrition diet. *Mathematical methods in technology and engineering*, 2022, no. 1, pp. 85-88.
12. Pityurina I.S., Evsenina M. V., Lupova E. I. Improvement of consumer properties of cheescakes by using psyllium. *Agroindustrial technologies of Central Russia*, 2023, no. 4(30), pp. 59-67.
13. Development of a methodology for the formation of diets for target groups of consumers based on the analysis of their genomes. V. N. Ivanova, I. A. Nikitin, N. A. Zhuchenko [et al.]. *Food industry*, 2018, no. 10, pp. 40-44.
14. Rozhdestvenskaya L. N., Romanenko S. P., Chugunova O. V. Prospects of nutrient profiling for disease prevention and health promotion. *Food industry*, 2023, vol. 8, no. 2, pp. 63-72.
15. Collection of technical standards for nutrition of children in preschool organizations. Yekaterinburg, USUE, 2008-2011. Expert opinion No.02-01-12-13-01/276.

Информация об авторах

А.В. Вернер – аспирант;

О.В. Чугунова – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии питания;

Д.В. Гращенков – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии питания;

Н.В. Заворохина – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии питания.

Information about the authors

A.V. Werner – Postgraduate student;

O.V. Chugunova – Doctor of technical sciences, professor, head of the department of nutrition technology;

D.V. Grashchenkov – Candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of nutrition technology;

N.V. Zavorokhina – Doctor of technical sciences, professor, professor of the department of nutrition technology.

Научная статья

УДК 635.621:664.8.047

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-27-36

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ДЕГИДРАТАЦИИ СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧИПСОВ ИЗ ТЫКВЫ

Горбунова Кристина Геннадьевна¹, Масловский Сергей Александрович²✉,
Каухчешвили Николай Эрнестович³, Грызунов Алексей Алексеевич⁴,
Бухарова Альмира Рахметовна⁵, Полева Надежда Ивановна⁶

¹Комбинат мучнисто-кондитерских изделий «Добрынинский», Москва, Россия

²Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, Московская обл., рп. Правдинский, Россия

^{3,4}Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

^{5,6}Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского, Московская обл., Балашиха, Россия

¹krisgorbunovva@gmail.com

²smaslowiskij@rambler.ru✉

³djosnk@rambler.ru

⁴grizu-nov@rambler.ru

⁵regnbukh@inbox.ru

⁶polevss@icloud.com

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по совершенствованию технологии производства чипсовой продукции из тыквы с использованием различных способов дегидратации сырья. Объектом исследований являлась тыква сорта Баттернат, полученного путем скрещивания мускатной и дикой африканской тыквы, характеризующегося булавовидной формой и плотной хрустящей мякотью, содержащей 3,67% сахаров и 1,28% каротиноидов. Технологическая схема опытного производства чипсов предусматривала мойку плодов, их очистку, нарезку на 4 части и пластины толщиной 1,5 мм, дегидратацию с использованием конвективной, низкотемпературной вакуумной и сублимационной сушки, упаковку. По результатам исследований было установлено, что продукция с наилучшими органолептическими характеристиками получена при использовании низкотемпературной вакуумной и сублимационной сушки, средний балл которых составлял 4,32...4,53 по 5-балльной шкале. Она представляла собой пластины от бледно-песочного до золотисто-желтого цвета сладковатого вкуса, с консистенцией от упругой до хрустящей, легко разжевывающейся. Содержание сухого вещества после дегидратации составляло 87,5...93,0%, минимальное количество влаги было отмечено при использовании сублимационной сушки. Вследствие удаления воды происходило концентрирование сахаров и каротиноидов, наличие которых обуславливает функциональные свойства продукта. Их содержание в образцах, обладавших наиболее высокими органолептическими характеристиками 38,77...49,95% и 16,68...19,42 мг% соответственно. Практическим результатом работы является рекомендация производства чипсовой продукции из тыквы сорта Баттернат с использованием низкотемпературной вакуумной и сублимационной сушки, обеспечивающих получение высококачественных продуктов с высоким содержанием нативных сахаров и каротиноидов, что определяет их функциональные свойства.

Ключевые слова: тыква, сырье, чипсы, дегидратация, химический состав, органолептические показатели

Для цитирования: Обоснование способа дегидратации сырья при производстве чипсов из тыквы / К.Г. Горбунова, С.А. Масловский, Н.Э. Каухчешвили, А.А. Грызунов, А.Р. Бухарова, Н.И. Полева // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 27-36. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-27-36>.

Original article

JUSTIFICATION OF THE METHOD FOR DEHYDRATION OF RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF PUMPKIN CHIPS

*Kristina G. Gorbunova*¹, *Sergey A. Maslovsky*^{2✉}, *Nikolay E. Kaukhcheshvili*³,
*Alexey A. Gryzunov*⁴, *Almira R. Bukharova*⁵, *Nadezhda I. Poleva*⁶

¹Dobryninsky Flour and Confectionery Factory, Moscow, Russia

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

^{3,4}All-Russian Research Institute of Refrigeration Industry – branch V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

^{5,6}Vernadsky university RSUNE of the Ministry of agriculture of Russia, Moscow region, Balashikha, Russia

¹krisgorbunovva@gmail.com

²maslovskij@rgau-msha.ru✉

³djosnk@rambler.ru

⁴grizu-nov@rambler.ru

⁵regnbukh@inbox.ru

⁶polevss@icloud.com

Abstract. *The paper presents the results of research on improving the technology of production of pumpkin chips using various methods of dehydration of raw materials. The object of research was Butternut squash, obtained by crossing nutmeg and wild African pumpkin, characterized by a club-shaped shape and dense crispy flesh containing 3.67% sugars and 1.28% carotenoids. The technological scheme of the pilot production of chips provided for washing fruits, cleaning them, cutting them into 4 parts and plates 1.5 mm thick, dehydration using convective, low-temperature vacuum and freeze drying, packaging. According to the research results, it was found that the products with the best organoleptic characteristics were obtained using low-temperature vacuum and freeze drying, the average score of which was 4.32...4.53 on a 5-point scale. It consisted of plates from pale sand to golden yellow in a sweet taste with a consistency from elastic to crispy, easily chewed. The dry matter content after dehydration was 87.5...93.0%, the minimum amount of moisture was noted when using freeze drying. Due to the removal of water, the concentration of sugars and carotenoids occurred, the presence of which determines the functional properties of the product. Their content in the samples with the highest organoleptic characteristics was 38.77...49.95% and 16.68...19.42 mg%, respectively. The practical results of the work are the recommendation of the production of potato chips from Butternut squash using low-temperature vacuum and freeze drying, which ensure the production of high-quality products with a high content of native sugars and carotenoids, which determines their functional properties.*

Keywords: *pumpkin, raw materials, chips, dehydration, chemical composition, organoleptic characteristics*

For citation: *Justification of the method for dehydration of raw materials in the production of pumpkin chips. Gorbunova K.G., Maslovsky S.A., Kaukhcheshvili N.E., Gryzunov A.A., Bukharova A.R., Poleva N.I. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2023, no. 3(33), pp. 27-36. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-27-36>.*

Введение

Снеки – общее название легких блюд, предназначенных для «перекуса» – приема пищи небольшими порциями в течение дня [3]. К ним относится широкий ассортимент продуктов, предназначенных для быстрого потребления и имеющих большой срок хранения – шоколадные батончики, чипсы, воздушная кукуруза и кукурузные палочки, орешки с сахаром и с солью, сухарики и др. Из-за высокой калорийности и минимального содержания витаминов и микроэлементов они нередко рассматриваются как «нездоровая» пища, но несмотря на это,

рынок снековой продукции активно развивается и имеет высокую инвестиционную привлекательность [13].

Среди ассортиментного ряда снековой продукции важное место занимают чипсы, представляющие собой продукт в виде тонких пластин с хрустящей консистенцией, готовых к употреблению. Наряду с картофелем, являющимся основным видом сырья для производства подобной продукции, можно использовать широкий ассортимент овощей и плодов – большинство корнеплодных культур (столовую свеклу, морковь, сельдерей), а также тыкву, кабачки, баклажаны [11], различные виды плодового сырья [14]. Подобные продукты, которые в литературе получили название «фрипсы» [5], производятся при щадящем термическом воздействии, сохраняют максимальное количество питательных веществ и могут рассматриваться как альтернатива традиционным картофельным чипсам, которые вследствие высокого содержания жиров и соли нельзя отнести к продуктам здорового питания.

На кафедре технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева проводились исследования по совершенствованию технологий производства чипсовой продукции из различных видов плодоовощного сырья. В частности, обоснована технологическая схема получения снеков из плодов дыни методом конвективной сушки. Используя позднеспелый сорт Кара Гуляби был получен продукт, оцененный по комплексу органолептических показателей на 4,26 баллов по 5-балльной шкале [7]. Проведена сравнительная оценка позднеспелых сортов груши, выращиваемых в ЦНЗ на пригодность для производства чипсов с использованием различных способов дегидратации (конвективная, низкотемпературная вакуумная сублимационная сушка) [10].

Ранее полученные положительные результаты по использованию для производства чипсовой продукции плодов мускатной тыквы [9,12] являются обоснованием для продолжения исследований в области совершенствования технологий их производства с использованием данного вида сырья.

Цель исследований. Целью настоящего исследования являлось обоснование способа дегидратации сырья при производстве снеков из тыквы сорта Баттернат.

Задачи исследований. Для достижения поставленной цели в ходе исследования решались следующие задачи:

1. Оценка органолептических и биохимических показателей плодов тыквы сорта Баттернат.
2. Лабораторное производство чипсов с использованием конвективной, низкотемпературной вакуумной и сублимационной сушки.
3. Анализ органолептических и биохимических показателей готовой продукции.

Материалы и методы исследования

Исследования по отработке технологии производства снеков из тыквы проводили в 2024 г на базе кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и лаборатории технологии замороженных и обезвоженных пищевых продуктов ВНИИ холодильной промышленности – филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

В качестве объекта исследований была взята тыква сорта Баттернат (ореховая тыква), которая характеризуется плодами грушевидной формы, массой до 1 кг, с небольшим количеством семян. Зимний сорт, пригодный к длительному хранению, что обуславливает его перспективность использования в качестве сырья для переработки. Окраска коры желто-оранжевого цвета, мякоть маслянистая. Сорт получен путем скрещивания мускатной и дикой африканской тыквы [2].

Технологическая схема производства чипсовой продукции осуществлялась по общепринятой схеме и включала в себя следующую последовательность операций: мойка, очистка, продольная нарезка плодов на четвертинки, нарезка на ломтики толщиной 1,5 мм, дегидратация в соответствии с вариантом опыта, упаковка и хранение.

Конвективная сушка осуществлялась в бытовой сушилке типа «Ветерок» при температуре 60 °С в течение 5 ч в зависимости до остаточной влажности готового продукта 90-92 %.

Низкотемпературная вакуумная сушка проводилась на установке фирмы Hetosicc. Подогрев сырья осуществлялся контактным способом от нагревательных полок до температуры 40 °С. В качестве теплоносителя внутри полок для подогрева использовалась вода. Температуру измеряли двумя термометрами ТРМ-200 ОВЕН (предел основной допустимой погрешности ±0,5 %), значение вакуума – электронным вакуумметром Меродат и дублировали стрелочным вакуумметром ВО11201 (класс точности 0,4). Максимальное значение разряжения составляло 0,2 кПа. Значение начальной и конечной влажности определяли с помощью анализатора влажности AND ML-50 (погрешность содержания влаги 0,1/1 %).

Сублимационная сушка осуществлялась в той же вакуумной камере, использовались те же контрольно-измерительные приборы и теплоноситель. Предварительно сырье замораживали в холодильной камере в течение 8 ч до температуры минус 18 °С. Процесс сублимационной сушки проводился при температуре теплопередающих полок сублиматора на уровне 10-15 °С в течение 12 ч и давлении 0,01-0,04 кПа. В процессе сублимационной сушки (на первом этапе ~ 2-3 ч) необходимо соблюдать «щадящий» теплоподвод, так как при слишком сильном подводе тепла может произойти излишнее накопление влаги в самом сырье, и, соответственно, это приводит к его частичному размораживанию, что нежелательно при таком способе обезвоживания. Затем температуру постепенно повышали до температуры 20-25 °С в течение 12–14 ч. Завершали процесс при достижении остаточной влажности готового продукта 4–5 % или при достижении продуктом температуры, равной температуре нагревающих полок.

Биохимические исследования проводили по общепринятым методикам: содержание сухих веществ – термогравиметрическим методом по ГОСТ 33977-2016, сахаров – перманганатным методом по ГОСТ 8756.13-87, каротина – спектрофотометрическим методом по ГОСТ ISO 6558-2-2019, нитратов – ионометрическим методом по ГОСТ 29270-95.

Органолептическая оценка сырья и готовой продукции проводилась описательным методом и путем оценки единичных показателей по 5-балльной шкале с выведением среднего значения по методике, предложенной Н.А. Пискуновой и др. [6]. Определение окраски проводили с использованием шкалы Бондарцева [1]

Результаты исследований и их обсуждение

Плоды тыквы, использовавшиеся в работе, имели булавовидную форму. Окраска коры оранжевая, со слабовыраженными бороздками. Цвет мякоти светло-оранжевый со слабовыраженными светлыми прожилками. Вкус сладковатый, недостаточно интенсивный, с выраженным дынным ароматом. Консистенция мякоти плотная, сочная (рис. 1). К недостаткам сорта относится невыравненность плодов по размерам и массе.



а б
Рисунок 1. Внешний вид (а) и разрез (б) плода тыквы сорта Баттернат

Результаты органолептической оценки плодов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты органолептической оценки плодов тыквы сорта Баттернат по 5-балльной шкале

Внешний вид	Вкус	Консистенция	Цвет	Аромат	Типичность	Средний балл
4,8	4,6	4,9	4,7	4,8	4,8	4,77

Характерные вкус, цвет и аромат, а также плотная консистенция, позволяющая осуществить нарезку на ломтики нужной толщины с сохранением их структуры, характеризует данный сорт как сырье, потенциально пригодное для производства чипсов.

Данные по химическому составу плодов тыквы представлены в табл. 2.

Таблица 2. Биохимические показатели плодов тыквы сорта Баттернат

Массовая доля					
Сухое вещество, %	сахара, %			Нитраты, мг/кг	Каротиноиды, мг%
	моно-	ди-	сумма		
7,2	2,56	1,12	3,67	96,40	1,28

По показателям химического состава следует отметить достаточно высокую степень обводненности мякоти тыквы, о чем свидетельствует содержание сухих веществ на уровне 7,2%. Содержание сахаров составляло 3,67%, что соответствовало сладковатому вкусу, установленному в ходе органолептического анализа. Содержание каротиноидов (1,28 мг%) было ниже уровня, ранее отмеченного в плодах тыквы мускатных сортов, составлявших 5,8...9,9 мг% [8].

Внешний вид полученных образцов чипсов представлен на рис. 2.

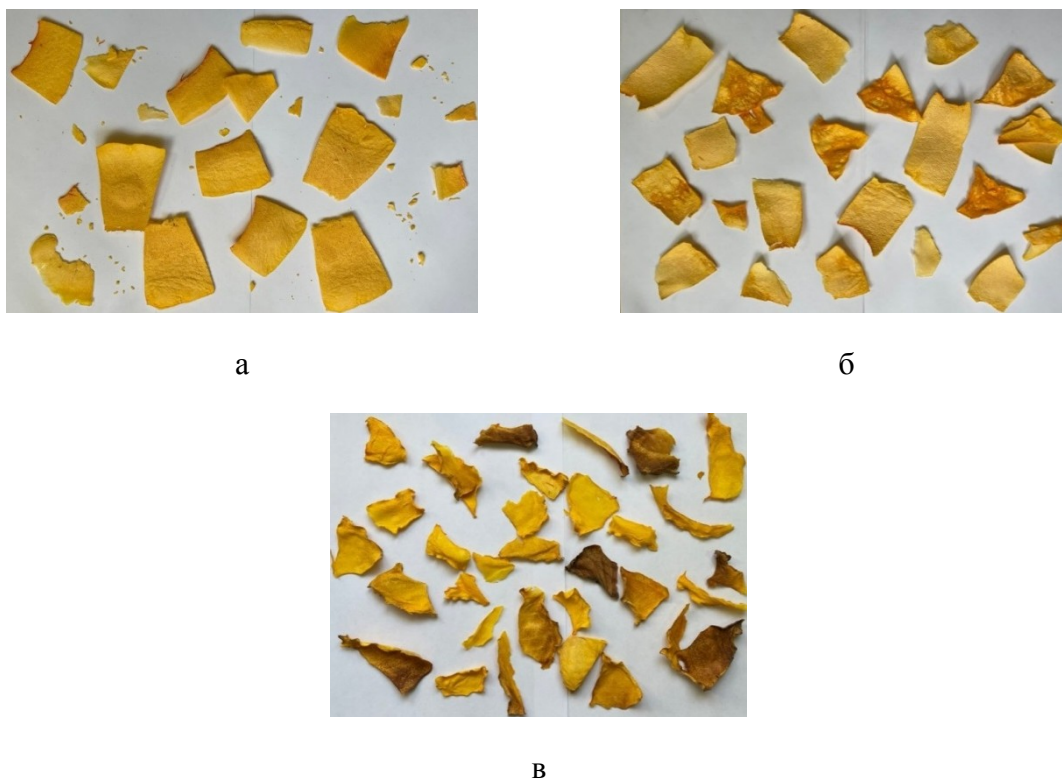


Рисунок 2. Внешний вид чипсов из тыквы, произведенных с использованием различных способов дегидратации: а) сублимационная сушка, б) низкотемпературная вакуумная сушка, в) конвективная сушка

Способ дегидратации, использовавшийся при лабораторном производстве чипсов, оказал влияние на их органолептические и биохимические показатели, обуславливающие потребительские свойства.

Образцы, произведенные по технологии конвективной сушки, представляли собой пластины неправильной формы, неоднородной окраски – от золотисто-желтой до ореховой. Они обладали слегка сладковатым вкусом, соответствовавшим исходному сырью. У темноокрашенных пластин присутствовал горьковатый горелый привкус. Аромат слабовыраженный, соответствовавший аромату свежего сырья. Консистенция хрустящая, рассыпчатая, при разжевывании слегка эластичная. Пластины неоднородные по форме и окраске, в массе присутствует большое количество поломанных пластин и крошек. Данный вариант имел самую низкую по опыту среднюю оценку органолептических показателей, составившую 3,73 балла (табл. 3).

Таблица 3. Органолептическая оценка снеков из тыквы, произведенных с использованием различных способов дегидратации сырья по 5-балльной шкале

Способ дегидратации	Внешний вид	Вкус	Консистенция	Цвет	Аромат	Типичность	Средний балл
Конвективная сушка	3,3	3,5	4,5	3,4	4,4	3,3	3,73
Низкотемпературная вакуумная сушка	4,3	4,5	4,8	4,3	3,5	4,5	4,32
Сублимационная сушка	4,8	4,8	5,0	4,6	4,0	4,0	4,53

Чипсы, произведенные с использованием технологии низкотемпературной вакуумной сушки, представляли собой пластины по форме нарезанного сырья. Их окраска варьировала от бледно-песочного до золотисто-желтого. Края пластин были деформированными вследствие неравномерного удаления влаги с их поверхности. Деформация пластин отмечалась уже в процессе дегидратации сырья. Окраска готовых чипсов варьировала от бледно-песочного до золотисто-желтого, их края имели более темную окраску по сравнению с центральной частью. Вкус слегка сладковатый, ближе к пресному, в послевкусии проявляется легкая горчинка. По мере пережевывания степень сладости усиливается. Консистенция нерассыпчатая, упругая, легко пережевываемая. Аромат слабый, невыраженный, при пережевывании проявляются тыквенные ноты. Отмечена склонность пластин к крошению. Средняя оценка органолептических показателей по данному образцу составила 4,32 балла.

Использование технологии сублимационной сушки позволило получить чипсы, внешне более привлекательные, чем при низкотемпературной вакуумной сушке. Они имели более равномерную окраску, их поверхность была ровная, неморщинистая. Консистенция плотная, хрустящая, при пережевывании слегка эластичная, тающая. Степень сладости более интенсивная, по сравнению с предыдущим образцом. Аромат слабый, свойственный исходному сырью, усиливающийся в послевкусии. В упаковке отмечалось большее количество раскрошенных пластин, по сравнению с образцом, произведенным с использованием низкотемпературной вакуумной сушки. Средний балл по органолептическим показателям данного образца составляет 4,53 балла.

Биохимические показатели качества готовых чипсов представлены в табл. 4.

Таблица 4. Биохимические показатели качества снеков из тыквы, произведенных различными способами дегидратации

Способ дегидратации	Сухое вещество, %	Сахара, %			Нитраты, мг/кг	Каротиноиды, мг%
		моно-	ди-	сумма		
Конвективная сушка	91,3	14,63	26,79	41,42	500,97	22,46
Низкотемпературная вакуумная сушка	87,5	17,81	20,96	38,77	468,64	16,68
Сублимационная сушка	93,0	19,93	29,42	49,95	468,81	19,42

После дегидратации содержание сухих веществ в готовом продукте варьировалось от 87,5% на варианте с низкотемпературной вакуумной сушкой до 93,0% с сублимационной сушкой. Минимальное содержание сухих веществ на варианте с низкотемпературной вакуумной сушкой обуславливало консистенцию снеков, которые по результатам органолептического анализа имели упругую консистенцию. Вследствие удаления влаги происходило концентрирование сахаров, нитратов и каротиноидов, что сопровождалось существенным увеличением их массовой доли по сравнению с исходным сырьем. Так, содержание сахаров составило от 38,77 до 49,95%. Максимальное содержание отмечалось по варианту с сублимационной сушкой. Отмечено, что после дегидратации в структуре возросла доля дисахаров, что свидетельствует об их большей устойчивости к температурному воздействию. Массовая доля каротиноидов варьировала от 16,68 мг% по варианту низкотемпературной вакуумной сушки до 22,46 мг% конвективной. Различия по содержанию сахаров и каротиноидов несущественны.

Выводы

1. На основании комплекса органолептических и биохимических показателей тыква сорта Баттернат может рассматриваться как сырье для производства чипсовой продукции.
2. Использование технологий низкотемпературной вакуумной и сублимационной сушки позволяет получать продукцию с высокими органолептическими показателями со средней балльной оценкой 4,32...4,53 балла.
3. Низкотемпературная вакуумная и сублимационная сушка обеспечивает содержание сахаров на уровне 38,77...49,95% и каротиноидов 16,68...19,42 мг% что позволяет получать продукцию, обладающую функциональным действием на организм человека.

Список источников

1. Бондарцев А.С. Шкала цветов. Пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях // Изд-во Академии наук СССР, 1954. 31 с.
2. Исследование сортов тыквы на пригодность для использования в технологии напитков / М. В. Аносова, И. А. Попов, В. И. Манжесов, А. М. Жуков // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности : материалы IV международной научно-практической конференции, Воронеж, 17–18 мая 2016 года / Министерство сельского хозяйства РФ; Департамент аграрной политики Воронежской области; Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2016. С. 156-160.
3. Калинин Р. Г. Снеки на хлебозаводе. Как удержаться от соблазна? // Хлебопродукты. 2021. № 2. С. 56-57
4. Лопаева Н. Л., Неверова О. П. Общие сведения и классификация чипсов // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса России : Сборник тезисов, подготовленный в рамках круглого стола, Екатеринбург, 15 ноября 2022 года. Том 2. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. С. 458-459.
5. Макушин А.Н., Волкова А.В. Выбор оптимального способа сушки при производстве овощных фрипсов // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли : Сборник научных трудов II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 30 сентября 2021 года. Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 2021. С. 46-51.
6. Морковь столовая с разнообразной окраской корнеплодов для изготовления снековой продукции / Н. А. Пискунова, А. В. Корнев, П. Д. Осмоловский и др. // Картофель и овощи. 2018. № 6. С. 38-40.
7. Обоснование технологии производства снековой продукции из плодов дыни / С. У. Косанов, С. А. Масловский, П. Н. Шаповалова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 5-2(119). С. 57-62.
8. Осмоловский П. Д. Разработка элементов технологии консервирования каротинодосодержащего овощного сырья : специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, 2022. 204 с.
9. Особенности формирования технологических свойств плодов мускатной тыквы, предназначенных для переработки / П. Д. Осмоловский, Н. А. Пискунова, Н. Н. Воробьева [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9(162). С. 193-200.
10. Технологическая оценка плодов груши как сырья для производства снековой продукции / С. А. Масловский, П. Д. Осмоловский, Н. Э. Каухчешвили [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3(192). С. 202-213.

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

12. Тыква мускатная – перспективное сырье для расширения ассортимента продуктов питания / А. А. Дорожкина, П. Д. Осмоловский, Н. А. Пискунова [и др.] // Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения, Москва, 11 июня 2021 года. Москва: Полиграфический комплекс «Буки Веди», 2021. С. 69-74.

13. Тюрин Д.В. Рынок снеков в России // Маркетинг в России. 2019. С. 47-49.

14. Developing the technology of fruit chips for dietary nutrition / F. Smolnikova, S. Kassymov, E. Rotanov [et al.] // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2019. Vol. 23. No. 1. Pp. 480-484.

References

1. Bondartsev A.S. Scale of colors. Handbook for biologists in scientific and applied research. Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1954. 31 p.

2. Research of pumpkin varieties for suitability for use in beverage technology. M. V. Anosova, I. A. Popov, V. I. Manzhesov, A.M. Zhukov. Production and processing of agricultural products: quality and safety management : materials of the IV International scientific and practical conference, Voronezh, May 17-18, 2016. Ministry of Agriculture of the Russian Federation; Department of Agrarian Policy of the Voronezh Region; Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2016. pp. 156-160.

3. Kalinin R. G. Snacks at the bakery. How to resist the temptation? Bread products, 2021, no. 2, pp. 56-57

4. Lopaeva N. L., Neverova O. P. General information and classification of chips. Actual problems of the development of the agro-industrial complex of Russia: A collection of abstracts prepared within the framework of the round table, Yekaterinburg, November 15, 2022, volume 2, Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2022. pp. 458-459.

5. Makushin A.N., Volkova A.V. Choosing the optimal drying method for the production of vegetable frips. Actual problems of food technology, tourism and trade : Collection of scientific papers of the II All-Russian (national) scientific and practical conference, Nalchik, September 30, 2021. Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov», 2021. pp. 46-51.

6. Carrots with a variety of colors of root crops for the manufacture of snack products. N. A. Piskunova, A.V. Kornev, P. D. Osmolovsky, etc. Potatoes and vegetables, 2018, no. 6, pp. 38-40.

7. Substantiation of the technology of production of snack products from melon fruits. S. U. Kosanov, S. A. Maslovsky, P. N. Shapovalova [et al.]. International Scientific Research Journal, 2022, no. 5-2(119), pp. 57-62.

8. Osmolovsky P. D. Development of elements of technology for canning carotenoid-containing vegetable raw materials : specialty 05.18.01 «Technology of processing, storage and processing of cereals, legumes, cereals, fruits and vegetables and viticulture» : dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences, 2022.204 p.

9. Features of the formation of technological properties of nutmeg pumpkin fruits intended for processing. P. D. Osmolovsky, N. A. Piskunova, N. N. Vorobyova [et al.]. Bulletin of KrasSAU, 2020, no. 9(162), pp. 193-200.

10. Technological assessment of pear fruits as raw materials for the production of snack products. S. A. Maslovsky, P. D. Osmolovsky, N. E. Kaukhcheshvili [et al.]. Bulletin of KrasSAU, 2023, no. 3(192), pp. 202-213.

11. Development of elements of technology for the production of vegetable chips from local vegetable raw materials. A. A. Ryadinskaya, N. B. Ordina, I. A. Koshchaev [et al.]. Problems of the development of the agroindustrial complex of the region, 2020, no. 2(42), pp. 169-175.

12. Muscat pumpkin is a promising raw material for expanding the range of food products. A. A. Dorozhkina, P. D. Osmolovsky, N. A. Piskunova [et al.]. Food technologies of the future: innovative ideas, scientific search, creative solutions, Moscow, June 11, 2021. Moscow: Printing complex «Buki Vedi», 2021, pp. 69-74.

13. Tyurin D.V. Snack market in Russia. Marketing in Russia, 2019, pp. 47-49.

14. Developing the technology of fruit chips for dietary nutrition. F. Smolnikova, S. Kassymov, E. Rotanov [et al.]. International Journal of Psychosocial Rehabilitation, 2019, vol. 23, no. 1, pp. 480-484.

Информация об авторах

К.Г. Горбунова – инженер по качеству;

С.А. Масловский – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК;

Н.Э. Каухчешвили – кандидат технических наук, заведующий лабораторией замороженных и обезвоженных пищевых продуктов;

А.А. Грызунов – научный сотрудник лаборатории замороженных и обезвоженных пищевых продуктов;

А.Р. Бухарова – доктор сельскохозяйственных наук, декан факультета агро- и биотехнологий;

Н.И. Полева – аспирант.

Information about the authors

K.G.Gorbunova – Quality engineer;

S.A. Maslovsky – Candidate of agricultural sciences, leading researcher in the department of scientific and information support for innovative development of the agro-industrial complex;

N.E. Kaukhcheshvili – Candidate of technical sciences, head of the laboratory of frozen and dehydrated food products;

A.A. Gryzunov – Researcher at the laboratory of frozen and dehydrated food products;

A.R. Bukharova – Doctor of agricultural sciences, dean of the faculty of agro- and biotechnology;

N.I. Poleva – Postgraduate student.

Научная статья

УДК 664.923

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-37-44

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ КОПЧЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Калужских Александр Геннадьевич^{1✉}, Котельникова Марина Николаевна²,
Асадова Маргарита Григорьевна³, Заикин Александр Александрович⁴

^{1,4}Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

^{2,3}Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия

¹alex.kaluzhskih@yandex.ru✉

²marinaf_84@mail.ru

³margo-asadova2012@yandex.ru

Аннотация. Под копчением подразумевают обработку изделий дымовыми газами, образующимися при неполном сгорании древесины. Фактически во время копчения происходит также и обезвоживание продукта за счет испарения влаги, в нем протекают ферментативные процессы, а копчение в сочетании с высокой температурой ведет к денатурации некоторых белков. Следовательно, несмотря на очень важную роль копильных компонентов дыма, эффект копчения определяется не только накоплением в продукте того или иного их количества, но и ферментативными процессами и обезвоживанием. При рациональном проведении процесса копчения необходимо исключить те компоненты дыма и условия копчения, которые неблагоприятно влияют на качество продукта. В настоящее время к процессу копчения предъявляются следующие требования: получение соответствующего вкуса, запаха, окраски и стойкости копченых продуктов, которые обусловлены компонентами дыма, проникающими в продукт. Под действием компонентов дыма продукт приобретает устойчивость к действию микроорганизмов, а жир – к окислительному действию кислорода воздуха. Установлено, что компоненты дыма быстрее проникают в толщу предварительно посоленных мясопродуктов, так как при посоле увеличивается проницаемость структуры мышечной ткани для диффундирующих веществ.

Ключевые слова: мясо, горячее копчение, холодное копчение

Для цитирования: Исследование влияния методов копчения на показатели качества различных видов мясных изделий / А.Г. Калужских, М.Н. Котельникова, М.Г. Асадова, А.А. Заикин // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 37-44. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-37-44>.

Originalarticle

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SMOKING METHODS ON THE QUALITY INDICATORS OF VARIOUS TYPES OF MEAT PRODUCTS

Alexander G. Kaluzhskikh^{1✉}, Marina N. Kotelnikova², Margarita G. Asadova³,
Alexander A. Zaikin⁴

^{1,4}Kursk Southwestern State University, Kursk, Russia

^{2,3}Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia

¹alex.kaluzhskih@yandex.ru✉

²marinaf_84@mail.ru

³margo-asadova2012@yandex.ru

Abstract. Smoking refers to the processing of products with flue gases formed during incomplete combustion of wood. In fact, during smoking, dehydration of the product also occurs due to evaporation of moisture, enzymatic processes occur in it, and smoking in combination with high temperature leads to denatura-

tion of some proteins. Therefore, despite the very important role of the smoky components of smoke, the effect of smoking is determined not only by the accumulation of a certain amount of them in the product, but also by enzymatic processes and dehydration. In the rational conduct of the smoking process, it is necessary to exclude those smoke components and smoking conditions that adversely affect the quality of the product. Currently, the following requirements are imposed on the smoking process: obtaining the appropriate taste, smell, color and durability of smoked products, which are caused by smoke components penetrating into the product. Under the influence of smoke components, the product acquires resistance to the action of microorganisms, and fat – to the oxidative effect of oxygen in the air. It was found that the smoke components penetrate faster into the thickness of pre-salted meat products, since during salting the permeability of the structure of muscle tissue to diffusing substances increases.

Keywords: meat, hot smoking, cold smoking

For citation: Investigation of the influence of smoking methods on the quality indicators of various types of meat products. A.G. Kaluzhskikh, M.N. Kotelnikova, M.G. Asadova, A.A. Zaikin. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 3(33), pp. 37-44. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-37-44>.

Введение

В целях обеспечения продовольственной безопасности страны одной из основных задач является улучшение обеспечения населения продуктами питания в основном за счет собственных ресурсов в достаточно короткие сроки [5].

Питаться вкусно, разнообразно и не тратя много времени на приготовление пищи – об этом мечтает каждый. Современные люди все больше предпочитают покупать мясные полуфабрикаты и блюда, готовые к употреблению, так как все меньше времени остается на творчество в приготовлении домашней пищи [7].

С древнейших времен, помимо охлаждения, люди применяли различные приемы для продления сроков хранения мяса, причем некоторые технологические подходы способствовали повышению вкусовых качеств, а также увеличивали питательную ценность пищи, а большинство традиционных блюд сохранилось и по сей день.

В последнее время большим спросом пользуются деликатесные мясные продукты со специфическими ароматом и вкусом, которые сформированы целенаправленным воздействием на мясное сырье [4].

Копчение – это вид тепловой обработки мяса, который применяют в качестве консервирования мяса веществами, содержащимися в коптильных препаратах или в дыме. Благодаря копчению мясо приобретает характерный копченый аромат и вкус, а также увеличивается его срок хранения.

Копчение известно испокон веков, как отличный способ консервирования мясных продуктов. Его принцип основан на частичном сгорании древесной массы, из-за чего образуется много дыма, содержащего природные консерванты [1].

Копчение мясных продуктов насчитывает несколько столетий, однако научный подход к технологическим основам этого метода обработки продуктов питания стал применяться относительно недавно [6].

Способ копчения является определяющим фактором в формировании эффектов копчения [9].

Каждый из известных типов копчения имеет свои достоинства и недостатки. В качестве основных критериев для их сравнительной оценки можно рассматривать энергетическую эффективность, продолжительность процесса и, конечно же, качественные показатели готовой продукции, включающие в себя органолептическую оценку, а также содержание канцерогенных веществ [8, 9].

В зависимости от температуры различают горячее, холодное, полугорячее копчение; в зависимости от вида коптильной среды - дымовое, бездымное и смешанное; в зависимости от дополнительных физических воздействий, интенсифицирующих стадии копчения - без применения (традиционное) и с применением (электрокопчение, с применением токов промышленных и сверхвысоких частот, ультразвука); в зависимости от вида оборудования - камер-

ное, туннельное, башенное; в зависимости от интенсивности обработки коптильными компонентами - ароматизирующее, красящее, консервирующее [3].

Цель исследования – изучить влияние способа копчения на качественные показатели мясных изделий.

Материалы и методы исследований

Свойства готового продукта оценивали физико-химическим показателям, которые определяли в соответствии с методиками [2].

Определение содержания нитратов в мясе проводили на нитрат тестере SOEKS NUC – 019 – 1. Нитрат-тестер предназначен для первичной экспресс - оценки содержания нитрат-ионов в продуктах питания.

Принцип работы нитрат-тестера основан на измерении электропроводимости среды продуктов питания. Нитрат-тестер откалиброван по содержанию нитрат-ионов, концентрация которых в продуктах питания определена независимым методом. По полученным результатам в прибор заложен ряд зависимостей измеряемой электропроводности от концентрации нитрат-ионов, определенных для различных продуктов питания с учетом их базовых электропроводностей.

Специальный щуп устройства вводят в образец для анализа и его удерживают неподвижно. Исследование занимает не больше пяти секунд.

После измерения нитратомер сопоставляет полученные данные с таблицей ПДК для пищевых продуктов и сообщает на экране не только о концентрации нитратов, но и о статусе исследуемого продукта.

Результат экспресс анализа выдается нитрат-тестером в виде концентрации нитрат-ионов и сравнения её с предельно допустимой концентрацией измеряемого продукта.

Определение содержания хлористого натрия проводили в соответствии с методиками, описанными в ГОСТ 34159-2017 [2].

Содержание белка определяли методом Кьельдаля.

Все сырье, используемое для приготовления образцов, соответствовало гигиеническим требованиям безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов ТР ТС 021/2011.

Для проведения исследований использовалось следующее сырье:

- грудинка говядины (ГОСТ Р 52601-2006);
- грудинка свиная (ГОСТ 31778-2012).

Качество сырья, применявшегося в работе, соответствовало требованиям действующих нормативных документов.

Результаты исследований и их обсуждение

Для определения влияния способа копчения на качество мясных копченостей был проведен ряд опытов и исследований на собственно приготовленных образцах мясных копченостей, изображенных на рисунке 1 и 2.

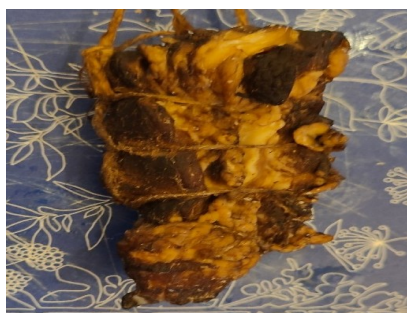


а



б

Рисунок 1. Свиная грудинка горячего копчения (а), холодного копчения (б)



а



б

Рисунок 2. Говяжья грудинка горячего копчения (а), холодного копчения (б)

Важную роль в оценке качества мяса и мясопродуктов играют органолептические показатели – внешний вид, цвет, вкус, запах и консистенция. Указанные характеристики во многом определяют качество продуктов при оценке его потребителями.

Таблица 1. Результаты органолептического исследования образцов свиных грудинок

Показатель	Требования ГОСТ Р 54043-2010	Образец приготовленный с помощью холодного копчения	Образец, приготовленный с помощью горячего копчения
Вкус и запах	Свойственный данному виду продуктов, без посторонних привкуса и запаха с ароматом копчения	Свойственный данному виду продуктов, без посторонних привкуса и запаха с ароматом копчения	Свойственный данному виду продуктов, без посторонних привкуса и запаха с ароматом копчения
Консистенция	Упругая	Упругая	Упругая
Внешний вид	Поверхность чистая, без выхватов мяса и шпика, без бахромок и остатков щетины, края ровно обрезаны, с петлей для подвешивания или без нее	Поверхность чистая, без выхватов мяса и шпика, без бахромок и остатков щетины, края ровно обрезаны	Поверхность чистая, без выхватов мяса и шпика, без бахромок и остатков щетины, края ровно обрезаны
Вид на разрезе	Равномерно окрашенная мышечная ткань розово-красного цвета, без серых пятен, цвет жира белый или с розовым оттенком, с толщиной шпика при прямом срезе, не более 2,5 см	Равномерно окрашенная мышечная ткань розово-красного цвета, без серых пятен, цвет жира белый или с розовым оттенком, с толщиной шпика при прямом срезе, не более 2,5 см	Равномерно окрашенная мышечная ткань розово-красного цвета, без серых пятен, цвет жира белый или с розовым оттенком, с толщиной шпика при прямом срезе, не более 2,5 см

Оба объекта исследования соответствуют требованиям качества ГОСТ Р 54043-2010 по показателям вкуса, консистенции и внешнего вида. В исследуемых образцах поверхность сухая, без загрязнений, бахромок и остатков щетины. Присутствует наличие кристаллов поваренной соли и частиц пряностей.

Таблица 2. Результаты органолептического исследования образцов говяжьих грудинок

Показатель	Требования ГОСТ 33818-2016	Образец приготовленный с помощью холодного копчения	Образец, приготовленный с помощью горячего копчения
Вкус и запах	Свойственный данному виду продуктов, без посторонних привкуса и запаха с ароматом копчения	Свойственный данному виду продуктов, без посторонних привкуса и запаха с ароматом копчения	Свойственный данному виду продуктов, без посторонних привкуса и запаха с ароматом копчения

Консистенция	На разрезе мясо плотное, упругое; образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается	На разрезе мясо плотное, упругое; образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается	На разрезе мясо плотное, упругое; образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается
Внешний вид	Поверхность чистая, без выхватов мяса и шпика, без бахромок и остатков щетины, края ровно обрезаны	Поверхность чистая, без выхватов мяса и шпика, без бахромок и остатков щетины, края ровно обрезаны	Поверхность чистая, без выхватов мяса и шпика, без бахромок и остатков щетины, края ровно обрезаны
Вид на разрезе	Мышцы на разрезе слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге. На поперечном срезе спинного и поясничного отрубов наличие мраморности – от небольшой до насыщенной	Мышцы на разрезе слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, наличие небольшой мраморности	Мышцы на разрезе слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, наличие небольшой мраморности

Оба объекта исследования соответствуют требованиям качества ГОСТ Р 33818-2016 по показателям вкуса, консистенции и внешнего вида. В исследуемых образцах поверхность сухая, без загрязнений, бахромок и остатков щетины. Присутствует наличие кристаллов поваренной соли и частиц пряностей. Можно заметить, что по внешнему виду говяжья грудинка, приготовленная при помощи холодного копчения, выглядит представительней, тогда как образец говяжьей грудинки, приготовленный при помощи горячего копчения имеет несколько шаткую консистенцию, что является воздействием высоких температур, но по результатам исследования можно сделать вывод, что оба образца копченого изделия соответствуют нормативам ГОСТ.

Для определения содержания нитратов в полученных образцах было проведено несколько измерений с помощью нитрат-тестера. Результат измерений представлен в таблице 3.

Таблица 3. Результаты измерений, проведенных с помощью нитрат-тестера

№ п/п	Свиная грудинка, мг/кг	Говяжья грудинка, мг/кг
Холодное копчение		
1	2038	2186
2	1976	2340
3	2022	1978
Среднее значение	2012	2168
Горячее копчение		
1	798	845
2	834	932
3	1126	1024
Среднее значение	919	933

Можно заметить, что при использовании холодного копчения содержание нитратов в продукте возрастает на большую сумму, чем при использовании горячего копчения. Это может быть обусловлено большей длительностью воздействия дыма на продукт. Но стоит обратить внимание на тот факт, что и при использовании горячего копчения результаты больше нормы.

По данным всемирной организации здравоохранения, суточная норма потребления нитратов для взрослого человека – 5 мг/кг. То есть человек весом 70 кг может без риска для здоровья употреблять не более 350 мг нитратов в день. Можно сделать вывод, что оба спосо-

ба копчения существенно превышают дневную норму потребления нитратов, что негативно влияет на здоровье человека.

Результаты исследования определения массовой доли хлорида натрия представлены в таблице 4.

Таблица 4. Содержание хлорида натрия в исследуемых образцах мяса

№ п/п	Свиная грудинка, %	Говяжья грудинка, %	ГОСТ 34159-2017
Холодное копчение			
1	3,77	3,86	5,0
2	3,69	3,79	
Среднее значение	3,7	3,8	
Горячее копчение			
1	2,81	2,91	3,0
2	2,84	2,87	
Среднее значение	2,82	2,89	

Из результатов опытов можно сделать вывод, что существенного влияния на содержание хлористого натрия способ копчения не оказывает, но можно заметить тенденцию, что содержание поваренной соли при использовании холодного копчения выше, чем при горячем копчении. Во всех результатах массовая доля хлористого натрия приближена к максимально допустимым значениям, указанным в ГОСТ.

Результаты измерений на определение массовой доли влаги в экспериментальных образцах, представлены в таблице 5.

Таблица 5. Значение массовой доли влаги в экспериментальных образцах

№ п/п	Свиная грудинка, %	Говяжья грудинка, %
Холодное копчение		
1	7,7	9,9
2	9,8	9,3
Среднее значение	8,75	9,6
Горячее копчение		
1	7,2	8,4
2	8,7	8,6
Среднее значение	7,95	8,5

Из полученных результатов можно сделать вывод, что на количество влаги выбор способа копчения существенно не влияет, но можно отметить тенденцию, что при использовании холодного копчения массовая доля влаги немного выше, по сравнению с горячим копчением. Возможно, сказывается влияние более высокой температуры, при горячем способе копчения.

Содержание белка в экспериментальных образцах представлено в таблице 6.

Таблица 6. Массовая доля белка в экспериментальных образцах

Вид продукции	Массовая доля белка, холодное копчение, %	Массовая доля белка, горячее копчение, %
Свиная грудинка	10,0	9,0
Говяжья грудинка	14,4	13,1
ГОСТ 34159-2017	16	

Из полученных результатов можно сделать вывод, что на массовую долю белка выбор метода копчения существенно не влияет. Также стоит отметить, что все образцы соответствуют значениям ГОСТ.

Выводы

1. По результатам органолептической оценки свиной и говяжьей грудинки все экспериментальные образцы соответствуют требованиям качества ГОСТ Р 54043-2010 по показателям вкуса, консистенции и внешнему виду. В исследуемых образцах поверхность сухая, без загрязнений, бахромок и остатков щетины. Присутствует наличие кристаллов поваренной соли и частиц пряностей. Можно заметить, что по внешнему виду говяжья грудинка, приготовленная при помощи холодного копчения, выглядит презентабельнее, тогда как образец говяжьей грудинки, приготовленный при помощи горячего копчения имеет несколько шаткую консистенцию, что является воздействием высоких температур, но по результатам исследования, оба образца копченого изделия соответствуют нормативам ГОСТ.

2. По результатам физико-химического анализа можно говорить, что независимо от метода копчения все экспериментальные образцы мяса имели значения показателей, соответствующих ГОСТ.

3. На содержание соли и белка в экспериментальных образцах мяса способ копчения существенного влияния не оказывает.

4. При проведении исследования на определение содержания нитратов в исследуемых образцах, установлено, что оба способа копчения существенно превышают дневную норму потребления нитратов, что негативно влияет на здоровье человека.

Список источников

1. Бестужев Б.В. Секреты домашнего копчения: горячее и холодное: учеб. пособие. Москва: Клуб семейного досуга, 2016. 320 с.

2. ГОСТ 34159-2017 Продукты из мяса. Общие технические условия. Разработан Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова». Москва: Стандартинформ, 2017. 12 с.

3. Ким Э.Н. Новое в теории и практике бездымного копчения учеб. пособие. Москва: Известия ТИПРО, 2001. 249 с.

4. Ковалева О.А., Здравова Е.М. О целесообразности применения концентрированного сока из черники при производстве сыровяленой свинины // Теория и практика переработки мяса. 2018. №3. С. 4-11.

5. Малютина К.В., Гуринович Г.В. Изучение состава и технологических свойств свиной четвертой категории, предназначенной для промышленной переработки // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 3. С.61-66.

6. Молодова Е. М., Красуля О. Н. Разработка технологии производства и оценка качества варёно-копчёной колбасы с интенсификацией процесса копчения // Развитие науки, национальной инновационной системы и технологий: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2020. С. 53-56.

7. Прянишников В.В., Старовойт Т.Ф., Колыхалова В.В. Инновационные технологии производства мясных полуфабрикатов // Мясная индустрия. 2013. № 4. С. 52-54.

8. Физико-химические изменения в баранине в процессе копчения в осциллирующем режиме / С. В. Шахов, И. Н. Сухарев, З. З. Мукимов [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 1(27). С. 56-63.

9. Шахов С.В., Сухарев И.Н., Шубкин С.Ю. Установка для получения копченых мясных изделий с внешней подачей копильных ароматизаторов // Фундаментальные исследования. 2016. № 3 (часть 1). С. 72-75.

References

1. Bestuzhev B.V. Secrets of home smoking: hot and cold: studies. stipend. Moscow: Family Leisure Club, 2016. 320 p.
2. GOST 34159-2017 Meat products. General technical conditions. It was developed by the Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Scientific Research Institute of Meat Industry named after V.M. Gorbатов». Moscow: Standartinform, 2017. 12 p.
3. Kim E.N. New in the theory and practice of smokeless smoking studies. stipend. Moscow: Izvestia TINRO, 2001. 249 p.
4. Kovaleva O.A., Yastrebova E.M. On the expediency of using concentrated blueberry juice in the production of cured pork. Theory and practice of meat processing, 2018, no.3, pp. 4-11.
5. Malyutina K.V., Gurinovich G.V. Studying the composition and technological properties of pork of the fourth category intended for industrial processing. Technique and technology of food production, 2017, no. 3, pp.61-66.
6. Molodova E. M., Krasulya O. N. Development of production technology and evaluation of the quality of boiled and smoked sausage with intensification of the smoking process. Development of science, national innovation system and technologies: a collection of scientific papers on the materials of the International Scientific and Practical Conference, 2020, pp. 53-56.
7. Pryanishnikov V.V., Starovoit T.F., Kolykhalova V.V. Innovative technologies for the production of meat semi-finished products. Meat industry, 2013, No. 4, pp. 52-54.
8. Physico-chemical changes in mutton during smoking in an oscillating mode. S. V. Shakhov, I. N. Sukharev, Z. Z. Mukimov [et al.]. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex - healthy food products, 2019, no. 1(27), pp. 56-63.
9. Shakhov S.V., Sukharev I.N., Shubin S.Yu. Installation for the production of smoked meat products with external supply of smoky flavors. Fundamental research, 2016, no. 3 (part 1), pp. 72-75.

Информация об авторах

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

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

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

А.А. Заикин – обучающийся.

Information about the authors

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

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

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

A.A. Zaikin – Student.

Научная статья
УДК 664.8.022.6
DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-45-54

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СОСТАВ И СТАБИЛЬНОСТЬ АНТОЦИАНОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ (*RIBES NIGRUM L.*)

Печуркин Андрей Сергеевич¹, Кольцов Владимир Александрович^{2✉},
Данилин Сергей Иванович³

^{1,2,3}Мичуринский государственный аграрный университет, Тамбовская обл.,
Мичуринск, Россия

²Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, Тамбовская обл., Мичуринск, Россия

¹pechurkin.as@gmail.com

²kolcov.mich@mai.ru✉

³danilin.7022009@mail.ru

Аннотация. На стабильность антоцианов в пищевой матрице во время производственных операций и хранения сильно влияет температура и продолжительность воздействия. Целью данной работы является изучение влияния температуры на состав и стабильности антоцианового комплекса смородины черной. Влияние температуры на сохранность антоцианов смородины черной изучали при температуре нагрева водного экстракта 65 °С, 75 °С, 85 °С и 95 °С в течение 150 минут. Сохранность антоцианов изучали в водно-этиловом экстракте в течение 12 месяцев при температуре хранения 10 °С и 20 °С. Исследование антоцианов проводили с помощью ОФ ВЭЖХ в изократическом режиме на диодноматричном детекторе при длине волны 520 нм. Основными антоцианами плодов смородины черной являются 3-рутинозиды цианидина и дельфинидина. Потери антоцианов в водном экстракте росли с увеличением температуры воздействия. По истечению 150 минут общее содержание антоцианов в водных экстрактах при воздействии температуры 65°С, уменьшилось на 2,6 %, а при воздействии температуры 95°С на 57,6 %. Потери цианидин-3-рутинозида по истечении 150 минут нагрева 95 °С экстракта составили- 37,1 %, дельфинидин-3-рутинозида- 44,3 %, цианидин-3-глюкозида – 49,8 %, а дельфинидин-3-глюкозида – 66,4 %. При температуре хранения 10 °С, после 12 месяцев, потери антоцианов составили - 28,8 %, а сохранность цианидин-3-глюкозида составила- 74,2 %, дельфинидин-3-рутинозида – 71,9 %, дельфинидин-3-глюкозида – 52,8 %, а цианидин-3-глюкозида – 51,0 %. При температуре хранения 20 °С, потери антоцианов составили-67,5 %, а сохранность цианидин-3-глюкозида составила -34,2 %, дельфинидин-3-рутинозида – 37,1 %, дельфинидин-3-глюкозида – 20,6 %, цианидин-3-глюкозидае – 26,7 %. Таким образом на сохранность антоцианов в процессе производства и хранения имеют сильное влияние температурные режимы. Цианидин-3-рутинозид является наиболее термоустойчивым соединением в антоциановом комплексе плодов смородины черной.

Ключевые слова: антоцианы, температура, стабильность, хранение, смородина черная, экстракт

Для цитирования: Печуркин А.С., Кольцов В.А., Данилин С.И. Влияние температуры на состав и стабильность антоцианов смородины черной (*Ribes nigrum L.*) // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 45-54. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-45-54>.

Original article

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE COMPOSITION AND STABILITY OF ANTHOCYANINS OF BLACK CURRANT (*RIBES NIGRUM L.*)

Andrey S. Pechurkin¹, Vladimir A. Koltsov^{2✉}, Sergey I. Danilin³

^{1,2,3}Michurinsk State Agrarian University, Tambov Region, Michurinsk, Russia

²I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk, Russia

¹pechurkin.as@gmail.com

²kolcov.mich@mai.ru✉

³danilin.7022009@mail.ru

Abstract. The stability of anthocyanins in food matrix during production operations and storage is strongly influenced by temperature and duration of exposure. The aim of this work is to study the effect of temperature on the composition and stability of the anthocyanin complex of black currants. The effect of temperature on the preservation of black currant anthocyanins was studied by heating the aqueous extract at 65 °C, 75 °C, 85 °C and 95 °C for 150 minutes. Preservation of anthocyanins was studied in aqueous-ethyl extract for 12 months at storage temperatures of 10 °C and 20 °C. The study of anthocyanins was carried out using HPLC in isocratic mode on a diode matrix detector at a wavelength of 520 nm. The main anthocyanins of black currant fruits are 3-rutinosides of cyanidin and delphinidin. The loss of anthocyanins in the aqueous extract increased with increasing exposure temperature. After 150 minutes, the total content of anthocyanins in the aqueous extracts decreased by 2.6 % when exposed to 65°C and by 57.6 % when exposed to 95°C. The loss of cyanidin-3-rutinoside after 150 minutes of heating 95 °C extract was 37.1 %, delphinidin-3-rutinoside 44.3 %, cyanidin-3-glucoside 49.8 % and delphinidin-3-glucoside 66.4 %. At a storage temperature of 10 °C after 12 months, the anthocyanins loss was 28.8 % and the preservation of cyanidin-3-glucoside was 74.2 %, delphinidin-3-rutinoside 71.9 %, delphinidin-3-glucoside 52.8 %, and cyanidin-3-glucoside 51, 0 %, and at storage temperature of 20 °C the loss of anthocyanins was 67.5 %, and the preservation of cyanidin-3-glucoside was 34.2 %, delphinidin-3-rutinoside - 37.1 %, delphinidin-3-glucoside - 20.6 %, and cyanidin-3-glucoside - 26.7 %. Thus, the preservation of anthocyanins during production and storage is strongly influenced by temperature conditions. Cyanidin-3-rutinoside is the most temperature-resistant compound in the anthocyanin complex of black currant fruit.

Keywords: anthocyanins, temperature, stability, storage, black currant, extract

For citation: Pechurkin A.S., Koltsov V.A., Danilin S.I. The effect of temperature on the composition and stability of anthocyanins of black currant (*Ribes nigrum* L.). *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 3(33), pp. 45-54. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-45-54>.

Введение

Антоцианы, являются вторичными метаболитами, которые придают фруктам, цветам и тканям растений красный, синий, черный и фиолетовый цвета. Установлено, что продукты с высоким уровнем содержания антоцианов могут выступать в качестве профилактики во время лечения диабета второго типа, сердечно-сосудистых и нейродегенеративных заболеваний [9].

Многочисленные исследования показывают, что воздействие высоких температур приводит к разрушению фенольных соединений, причем антоцианы являются наименее термостойкими [11, 14, 23]. С увеличением температуры воздействия на пищевую матрицу повышается скорость разрушения антоцианов, однако скорость разрушения антоцианов сильно зависит от структуры пищевой матрицы [17, 18]. На стабильность антоцианов в пищевой матрице во время производственных операций и хранения помимо температуры влияют такие факторы, как содержание аскорбиновой кислоты, ферменты, pH среды, кислород и солнечный свет [10]. В ягодных соках во время хранения наблюдается наиболее сильная деградация антоцианов, по сравнению с деградацией во время технологических процессов. В исследованиях Hellström J et al (2013), Mäkila L., et al (2016), Dobson G. et al (2017) на деградацию антоцианов в ягодных соках в процессе хранения в большей степени повлияло воздействие температуры и продолжительность хранения. Скорость деградации антоцианов в ягодных соках в процессе производства и хранения различается в зависимости от использования исходного сырья, что указывает на взаимосвязь стабильности антоцианов и структуры растительной матрицы, в которых они присутствуют [20].

Смородина черная (*Ribes nigrum* L.) – листопадный кустарник из порядка Камнеломкоцветные (*Saxifragaceae*), относящийся к семейству Крыжовниковые (*Grossulariaceae*). С целью получения плодов, смородину черную широко культивируют в Европе, Азии, Северной Америке, Северо-Западной Африки и в горных районах Южной Америки. Плоды черной смородины обладают характерным и выраженным вкусом, который высоко ценится у потребителей, а также богаты витаминами, жирными кислотами, макро- и микроэлементами, полифенольными соединениями [7].

Основными полифенольными соединениями в плодах смородины черной являются антоцианы [4]. Плоды смородины черной используют в производстве различных видов пищевых продуктов: джемах, смузи, соках и напитках [2, 6].

Современные тренды производства пищевых продуктов питания в настоящий момент направлены на производство смузи и напитков [8]. Безалкогольные напитки из плодов черной смородины в основном производят из сушеной продукции или из готовых экстрактов. Для производства пищевых продуктов с высокой пищевой плотностью возникает необходимость изучения процессов, влияющих на сохранность целевых компонентов [3].

Цель исследования – изучение влияния температуры на состав и стабильности антоцианового комплекса смородины черной в процессе производства и хранения.

Материалы и методы исследований

В качестве объекта исследований был использован сорт смородины черной - Искушение. Плоды собирали в стадии потребительской спелости, на опытно-производственном участке Агробиостанции ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ в 2022 г.

Перед проведением экстракции плоды черной смородины измельчили до однородной массы в лабораторном гомогенизаторе. Из полученной массы отобрали пробу 5 мг и перенесли в мерную колбу объемом на 100 мл, залили 100 мл воды или 30% этилового спирта и обработали в УЗИ-бане в течение 20 минут. Полученный экстракт профильтровали и перенесли в мерную колбу, объемом 500 мл. (Процедуру экстракции проводили в 4-х кратной повторности.) Полученные экстракты объединили в мерной колбе, объемом 500 мл и довели до метки используемым растворителем [5].

С целью изучения состава и стабильности антоцианового комплекса смородины черной водный экстракт нагревали на водяной бане в течение 150 минут при температуре 65°C, 75 °C, 85 °C и 95 °C. Отбор проб для проведения исследований проводили каждые 30 минут. Изучение стабильности антоцианового комплекса во время хранения проводили в водно-этанольных экстрактах. В качестве экстракционной смеси использовали 30 % этанольный спирт. Полученные водно-этанольные экстракты разлили в герметично укупоренные флаконы по 20 мл и хранили в течение 12 месяцев при температуре 10 °C и 20°C. Отбор проб для проведения анализов повторяли каждые 3 месяца.

Суммарное содержание антоцианов определяли методом дифференциальной спектрометрии при длине волны 510 нм, 700 нм и рН буфера 1,0 и 4,5, в пересечете на цианидин-2-гликозид [5] в комплексной научно-испытательной лаборатории сельскохозяйственной и пищевой продукции с использованием научного оборудования ЦКП Мичуринского ГАУ «Селекция сельскохозяйственных культур и технологии производства, хранения и переработки продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения».

Антоциановый профиль плодов смородины черной и экстрактов проводили с использованием обращено-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии в изократическом режиме. В качестве подвижной фазы использовали 4% ортофосфорную кислоту (рН 2,1) и ацетонитрил в соотношении 88:12 %. Разделение компонентов производили на колонке Hypersil Gold C18. Индетификацию антоцианов проводили на диодноматричном детекторе при длине волны 520 нм, по времени удерживания и спектральным характеристикам, в сравнении с литературными данными [5].

Математическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета программ Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

Известно, что основными компонентами антоцианового комплекса плодов черной смородины являются 3-гликозиды, 3-рутинозиды цианидина и дельфинидина. Структурный состав антоцианового комплекса плодов смородины черной не имеет сильных отличий от ареала произрастания, но сильно варьирует концентрация антоцианов [1, 4].

В наших исследованиях установлено, что антоциановый комплекс плодов смородины черной сорта Искушение представляет дельфинидин-3-рутинозид (47 % от общего содержания антоцианов), цианидин-3-рутинозид (44 % от общего содержания антоцианов), дельфинидин-3-глюкозид (6 % от общего содержания антоцианов) и цианидин-3-глюкозид (3 % от общего содержания антоцианов). Общее содержание антоцианов в плодах смородины черной сорта Искушение составило 188,89 мг/100 г.

Результаты изучения влияния температуры на стабильность антоцианов в водных экстрактах плодов черной смородины представлены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение содержания антоцианов в одном экстракте плодов смородины черной под влиянием температуры

Время проведения опыта, мин	Площадь пика на хроматограмме, mAU*min				Общее содержание антоцианов, мг/100 г
	Дельфинидин-3-рутинозид	Цианидин-3-рутинозид	Дельфинидин-3-глюкозид	Цианидин-3-глюкозид	
Водный экстракт	124,3	116,1	15,8	7,9	35,77
Температура нагрева 65 °С					
30	123,37	115,82	15,68	7,86	35,59
60	122,85	115,39	15,55	7,82	35,44
90	121,30	114,83	15,47	7,73	35,13
120	120,78	114,54	15,38	7,69	35,01
150	120,05	114,12	15,34	7,65	34,84
Среднее значение, \bar{x}	121,67	114,94	15,484	7,75	35,202
Доверительный интервал	1,400	0,675	0,136	0,088	0,308
Ошибка средней арифметической, $S(\bar{x})$	0,6259	0,3018	0,0610	0,0394	0,137
Температура нагрева 75 °С					
30	122,85	115,53	15,47	7,78	35,44
60	120,47	114,12	15,26	7,69	34,89
90	118,71	113,13	14,80	7,61	34,44
120	117,15	111,99	14,51	7,48	34,02
150	116,32	111,29	14,22	7,40	33,76
Среднее значение, \bar{x}	119,1	113,212	14,852	7,592	34,51
Доверительный интервал	2,628	1,688	0,517	0,154	0,673
Ошибка средней арифметической, $S(\bar{x})$	1,1752	0,7547	0,2310	0,0688	0,301
Температура нагрева 85 °С					
30	121,81	113,69	14,84	7,53	34,93
60	110,94	108,31	13,51	7,32	32,52
90	91,36	107,04	12,52	6,82	29,50
120	87,01	102,37	10,98	5,86	27,94
150	94,57	96,70	10,64	5,57	28,11
Среднее значение, \bar{x}	101,138	105,622	12,498	6,62	30,6

Доверительный интервал	14,678	6,413	1,751	0,872	3,038133
Ошибка средней арифметической, S(x)	6,5641	2,8680	0,7831	0,3898	1,358694
Температура нагрева 95 °С					
30	116,01	110,44	14,14	6,65	33,49
60	105,66	101,94	12,06	5,82	30,54
90	87,01	94,86	7,90	4,99	26,38
120	77,69	84,95	6,65	4,57	23,55
150	69,40	73,62	5,41	3,91	20,64
Среднее значение, x	91,154	93,162	9,232	5,188	26,92
Доверительный интервал	19,364	14,386	3,713	1,071	5,18
Ошибка средней арифметической, S(x)	8,6601	6,4335	1,6603	0,4791	2,316

Анализ полученных данных показал, что воздействие температуры 65 °С и 75 °С существенно повлияло на содержание антоцианов в водном экстракте. По истечению 150 минут общее содержание антоцианов в водных экстрактах при воздействии температуры 65 °С уменьшилось на 2,6 %, а при воздействии температуры 75 °С – на 5,6 %. Потери антоцианов в водном экстракте росли с увеличением температуры воздействия. Наибольшие потери в экспериментальных условиях установлены при воздействии температуры 95 °С. Так, по истечении 150 минут общее содержание антоцианов составило 57,6 % от исходного содержания. Анализируя потери индивидуальных антоцианов в водном экстракте установлено, что наибольшей термоустойчивостью отличается цианидин-3-рутинозид, потери которого по истечении 150 минут при 95 °С составили 37,1%. Потери по истечении 150 минут при 95 °С дельфинидин-3-рутинозид составили 44,3 %, дельфинидин-3-глюкозид – 66,4 %, а цианидин-3-глюкозид – 49,8 %. Аналогичные закономерности прослеживаются при сохранности антоцианов в водном экстракте, при воздействии температуры 85 °С. Таким образом, среди антоцианов плодов черной смородины наименее термоустойчивым выявлен дельфинидин-3-глюкозид. Меньшую стабильность 3-гликозидов можно объяснить мезомерным действием гидроксильной группы в положении С-5, способствующим электрофильной атаке в положениях С-6 и С-8. [12, 15]

Во время хранения антоцианы подвергаются реакциям с образованием более стабильных соединений, которые обычно включают окисление, полимеризацию, совместную пигментацию с другими фенольными соединениями и реакции расщепления. [22] Результаты исследований по стабильности антоцианов в водно-этанольном экстракте во время хранения при температуре 10 °С представлены на рисунке 1, при температуре хранения 20 °С на рисунке 2.

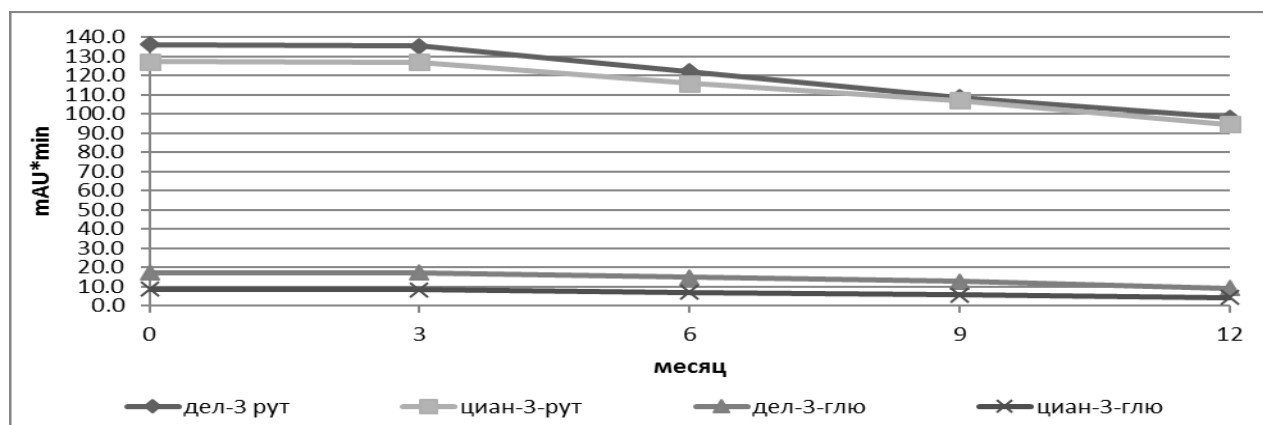


Рисунок 1. Стабильность антоцианов в водно-этанольном экстракте во время хранения при температуре 10 °С

По истечении первых трех месяцев хранения водно-этанольных экстрактов при температуре 10 °С содержание антоцианов было стабильным. Дегградация антоцианов наблюдалась после 3 месяцев хранения. Наибольшая дегградация антоцианов происходила в период хранения с 6 по 9 месяц. По истечении 12 месяцев хранения общее содержание антоцианов уменьшилось на 28,8 %, а сохранность цианидин-3-глюкозида составила 74,2 %, дельфинидин-3-рутинозида – 71,9 %, дельфинидин-3-глюкозида – 52,8 %, а цианидин-3-глюкозида – 51,0 %.

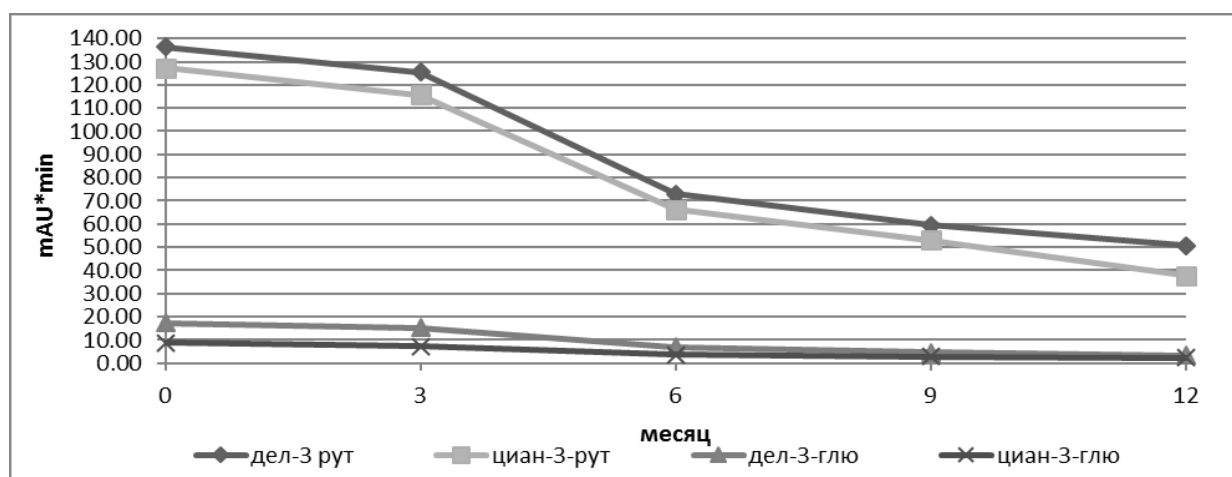


Рисунок 2. Стабильность антоцианов в водно-этанольном экстракте во время хранения при температуре 20 °С

При температуре хранения 20 °С водно-этанольных экстрактов дегградация антоцианов наблюдалась на всем периоде хранения. Наибольшая дегградация антоцианов происходила в период хранения с 3 по 6 месяц.

Так по истечении 6 месяцев хранения сохранность цианидин-3-глюкозида составила 51,9 %, дельфинидин-3-рутинозида – 53,5 %, дельфинидин-3-глюкозида – 41,5 %, а цианидин-3-глюкозида – 40,2 %. Дегградация антоцианов по истечении 12 месяцев хранения, составила 67,5 %. Полученные результаты показали, что стабильность антоцианов при хранении зависит от температуры, что соответствует исследованиям BUCKOW R. et al (2010) и BUVÉ C. et al (2018), в которых наблюдалось до 75 % потерь мономерных антоцианов в черничных и малиновых соках после шести месяцев хранения при температуре 25 °С.

Выводы

1. Нагрев 65 °С и 75 °С водных экстрактов не оказал существенного влияния на деградацию антоцианов, что составило 2,6 % и 5,6 % соответственно. Увеличение температуры нагревания привело к сильной деградации антоцианов, так при нагреве 95 °С потери в антоцианах в водном экстракте составили 42,4 %.

2. Установлено, что среди изученных антоцианов плодов черной смородины наибольшую термоустойчивость в водных экстрактах показал -цианидин-3-рутинозид, сохранность которого при нагреве 95 °С составила 37,1 %. Наиболее подвержены термической обработке дельфинидин-3-глюкозид и цианидин-3-глюкозид, сохранность которых при нагреве 95 °С составила 34,1 % и 49,2 % соответственно.

3. Стабильность антоцианов в экстракте плодов черной смородины в основном зависит от температуры хранения. Сохранность антоцианов при температуре хранения 10 ° в течение 12 месяцев, составила 71,2 %, а при температуре 20 °С – 32,5 %. Наибольшую устойчивость при хранении показали 3-рутинозиды дельфинидина и цианидина, которые преобладают в антоциановом комплексе плодов смородины черной.

Список источников

1. Антоцианы черной смородины: экстракция и сушка / В.И. Дейнека, Л.А. Дейнека, Е.И. Шапошник и др. // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2006. Т. 49. № 11. С. 77-80.

2. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Касьянов Г.И. Разработка высокотемпературной стерилизации пюре для детского питания с повышенной сохранностью нутриентов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2023. № 2-3 (392). С. 67-69.

3. Исследование влияния технологических параметров переработки фруктового сырья на изменения содержания фенольных веществ / Никитенко А.Н., Мазур А.М., Синило А.А., Клыпутенко М.А. // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2023. Т. 16. № 3 (61). С. 19-26.

4. Кузнецова В.Ю., Кисличенко В.С. Изучение антоцианов смородины черной плодов, клюквы мелкоплодной плодов и лука репчатого шелухи методом ВЭЖХ // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2019. № 5-1 (30). С. 49-52.

5. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи. Под ред. В.А. Тутельяна, К.И. Эллера. Москва: Династия, 2010.

6. Проектирование рецептур безалкогольных напитков на основе фитоэкстрактов ягод черной смородины / Бакин И.А., Резниченко И.Ю., Мустафина А.С., Алексенко Л.А. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 2. С. 37-50.

7. Тихонова О.А. Изучение самоплодности новых сортов черной смородины коллекции ВИР в условиях северо-запада России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. Т. 184. № 4. С. 90-102.

8. Якимова Е.А., Забегаева В.Е. Конкуренция производителей на российском рынке здоровых напитков в 2012-2021 гг. // Современная конкуренция. 2023. Т. 17. № 1 (91). С. 5-31.

9. Anthocyanins and iridoids on transcription factors crucial for lipid and cholesterol homeostasis / M. Danielewski, A. Matuszewska, A. Szelaґ // International Journal of Molecular Sciences. 2021. Vol. 22(11). Pp. 6074.

10. Cavalcanti R.N., Santos D.T., Meireles M.A.A. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems-An overview // Food Research International. 2011. Vol. 44 (2). Pp. 499-509.

11. Changes in chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) polyphenols during juice processing and storage / K. Wilkes, L.R. Howard, C. Brownmiller et al // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2014. Vol. 62 (18). Pp. 4018-4025.

12. Color stability of strawberry and blackcurrant syrups / G. Skrede, R.E. Wrolstad, P. Lea et al. // *Journal of Food Science*. 1992. Vol. 57 (1). Pp. 172-177.
13. Effects of juice matrix and pasteurization on stability of black currant anthocyanins during storage / G. Dobson, G.J. McDougall, D. Stewart et al. // *Journal of Food Science*. 2017. Vol. 82 (1). Pp. 44-52. 9
14. Hager T.J., Howard L.R., Prior R.L. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blackberry products / *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56. Pp. 689–695.
15. Hellström J., Mattila P., Karjalainen R. Stability of anthocyanins in berry juices stored at different temperatures // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2013. Vol. 31 (1). Pp. 12-19.
16. Kinetics of colour changes in pasteurised strawberry juice during storage / Buvé C., Kebede B.T., de Batselier C. // *Journal of Food Engineering*. 2018. Vol. 216. Pp. 42-51.
17. Matrix dependent impact of sugar and ascorbic acid addition on color and anthocyanin stability of black carrot, elderberry and strawberry single strength and from concentrate juices upon thermal treatment / E. Sadilova, F.C. Stintzing, D.R. Kammerer et al // *Food Research International*. 2009. Vol. 42 (8). Pp. 1023-1033. 5
18. Oancea S. A review of the current knowledge of thermal stability of anthocyanins and approaches to their stabilization to heat // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10 (9). Pp. 1337.
19. Pressure and temperature effects on degradation kinetics and storage stability of total anthocyanins in blueberry juice / Buckow R., Kastell A., Terefe N.S., Versteeg C. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58. Pp. 10076-10084.
20. Processing and storage effect on berry polyphenols: challenges and Implications for bioactive properties / L.R. Howard, R.L. Prior, R. Liyanage et al. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012. Vol. 60 (27). Pp. 6678-6693.
21. Stability of hydroxycinnamic acid derivatives, flavonol glycosides, and anthocyanins in black currant juice / L. Mäkila, O. Laaksonen, A.L. Alanne et al. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016. Vol. 64(22). Pp. 4584-98.
22. Timberlak C.F., Bridle P. Anthocyanins: Colour Augmentation with Catechin and Acetaldehyde // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1977. Vol. 28. Pp. 539–544.
23. White B.L., Howard L.R., Prior R.L. Impact of different stages of juice processing on the anthocyanin, flavonol, and procyanidin contents of cranberries // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. Vol.59 (9). Pp. 4692-4698. 2

References

1. Black-currant anthocyanins: extraction and drying. Deineka V.I., Deineka L.A., Shaposhnik E.I. et al. *The Journal ChemChemTech*, 2006, vol. 49(11), pp. 77-80.
2. Demirova A.F., Akhmedov M.E., Kasyanov G.I. Development of high-temperature sterilization of puree for baby food with increased safety of nutrient. *News of universities. Food Technology*, 2023, vol. 2-3 (392), pp. 67-69.
3. Investigation of the influence of technological parameters of raw fruit processing on changes in the content of phenolic substances. Nikitenko A.N., Mazyr A.M., Sinilo A.A. et al. *Food Industry: Science and Technology*, 2023, vol. 3 (61), pp. 19-26.
4. Kuznietsova V., Kyslychenko V. Black currant fruits, cranberry fruits and onion peels anthocyanidins studying using HPLC. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 2019, vol. 5-1 (30), pp. 49-52.
5. *Methods of analysis of minor biologically active substances of food*. ed. by V.A. Tuteljan and K.I. Eller. Moscow: Dynasty, 2010. 180 p.
6. Design of soft drinks compositions based on blackcurrant berries bhytoextracts. Bakin I.A., Reznichenko I.Yu., Mustafina A.S. et al. *Storage and Processing of Farm Products*, 2019, vol. 2, pp. 37-50.

7. Tikhonova O.A. Studying self-fertility in new black currant cultivars from the VIR collection in northwestern Russia. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding, 2023, vol. 4(184), pp. 90-102.
8. Yakimova E.A., Zabegaeva V.E. Competition in the Russian market of healthy drinks in 2012-2021. Modern competition, 2023, vol. 1 (91), pp. 5-31.
9. Anthocyanins and iridoids on transcription factors crucial for lipid and cholesterol homeostasis. M. Danielewski, A. Matuszewska, A. Szelağ. International Journal of Molecular Sciences, 2021, vol. 22(11), pp. 6074.
10. Cavalcanti R.N., Santos D.T., Meireles M.A.A. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems-An overview . Food Research International, 2011, vol. 44 (2), pp. 499-509.
11. Changes in chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) polyphenols during juice processing and storage. K. Wilkes, L.R. Howard, C. Brownmiller et al . Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, vol. 62 (18), pp. 4018-4025.
12. Color stability of strawberry and blackcurrant syrups . G. Skrede, R.E. Wrolstad, P. Lea et al. Journal of Food Science, 1992, vol. 57 (1), pp. 172-177.
13. Effects of juice matrix and pasteurization on stability of black currant anthocyanins during storage. G. Dobson, G.J. McDougall, D. Stewart et al. Journal of Food Science, 2017, vol. 82 (1), pp. 44-52.
14. Hager T.J., Howard L.R., Prior R.L. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blackberry products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, vol. 56, pp. 689-695.
15. Hellström J., Mattila P., Karjalainen R. Stability of anthocyanins in berry juices stored at different temperatures. Journal of Food Composition and Analysis, 2013, vol. 31 (1), pp. 12-19.
16. Kinetics of Colour Changes in Pasteurised Strawberry Juice during Storage. Buvé C., Kebede B.T., de Batselier C. Journal of Food Engineering, 2018, vol. 216, pp. 42-51.
17. Matrix dependent impact of sugar and ascorbic acid addition on color and anthocyanin stability of black carrot, elderberry and strawberry single strength and from concentrate juices upon thermal treatment. E. Sadilova, F.C. Stintzing, D.R. Kammerer et al. Food Research International, 2009, vol. 42 (8), pp. 1023-1033.
18. Oancea S. A review of the current knowledge of thermal stability of anthocyanins and approaches to their stabilization to heat. Antioxidants, 2021, vol. 10 (9), pp. 1337.
19. Pressure and temperature effects on degradation kinetics and storage stability of total anthocyanins in blueberry juice. Buckow R., Kastell A., Terefe N.S., Versteeg C. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, vol. 58, pp. 10076-10084.
20. Processing and storage effect on berry polyphenols: challenges and Implications for bioactive properties. L.R. Howard, R.L. Prior, R. Liyanage et al. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, vol. 60 (27), pp. 6678-6693.
21. Stability of hydroxycinnamic acid derivatives, flavonol glycosides, and anthocyanins in black currant juice . L. Mäkila, O. Laaksonen, A.L. Alanne et al. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2016, vol. 64(22), pp. 4584-98.
22. Timberlak C.F., Bridle P. Anthocyanins: Colour Augmentation with Catechin and Acetaldehyde. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1977, vol. 28, pp. 539-544.
23. White B.L., Howard L.R., Prior R.L. Impact of different stages of juice processing on the anthocyanin, flavonol, and procyanidin contents of cranberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, vol. 59 (9), pp. 4692-4698.

Информация об авторах

А.С. Печуркин - старший преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры, землеустройства и кадастров;

В.А. Кольцов - кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства старший научный сотрудник лаборатории передовых послеуборочных технологий;

С.И. Данилин – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства.

Information about the authors

A.S. Pechurkin – Senior lecturer at the department of landscape architecture, land management and cadaster;

V.A. Koltsov - Candidate of agricultural sciences, assistant professor of the department of technology of production, storage and processing of crop production. senior researcher of the laboratory of advanced post-harvest technologies;

S.I. Danilin - Candidate of agricultural sciences, professor, head of the department of technology of production, storage and processing of crop production.

Научная статья

УДК 664.681.1

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-55-62

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕЧЕНЬЯ ИЗ МУКИ СЕМЯН ЧЕРНОГО ТМИНА И ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК

Пьяникова Эльвира Анатольевна¹, Ковалева Анна Евгеньевна²✉,
Овчинникова Елена Валерьевна³, Колесник Дмитрий Владимирович⁴

^{1,2}Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

³Курский институт кооперации, Курск, Россия

⁴Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия

¹alia1969@yandex.ru

²a.e.kovaleva@yandex.ru✉

³e.ov4innikova2011@yandex.ru

⁴dmitriy.kolesnik20001@mail.ru

Аннотация. Кондитерские изделия во многих странах являются не перекусом, а частью ежедневного рациона и традиционным приемом пищи. Спрос на данную продукцию во всем мире не только является высоким, но и продолжает расти. Данная статья посвящена исследованию органолептических и физико-химических свойств разрабатываемых новых видов печенья. В разрабатываемых образцах, в отличие от контрольных образцов, предлагается произвести замену части пшеничной муки на муку из семян черного тмина, сахара и инвертного сиропа – на яблочные выжимки. Предложено два варианта рецептур, в которых: в образце №1 пшеничная мука частично заменялась мукой из семян черного тмина, а в образце №2 – мукой из семян черного тмина и крахмалом картофельным. Для оценки органолептических показателей качества печенья в соответствии с требованиями нормативной документации была разработана пятибалльная шкала. По результатам исследования органолептических показателей качества разработанных образцов печенья, лучшим оказался образец №1. Он обладал приятным легким привкусом и запахом яблочного сырья, имел темно-коричневый цвет, на который повлияло введение в рецептуру муки из семян черного тмина, а шоколадный оттенок за счет введения свежемороженого яблочного выжимки. Исследование разработанных образцов печенья по физико-химическим показателям (массовая доля влаги и щелочность) показало, что полученные данные находятся в пределах, допустимых действующим стандартом. В ходе подбора оптимального соотношения ингредиентов для получения готового продукта с высокими органолептическими и физико-химическими показателями оптимальным является внесение муки из черного тмина в количестве 7,3% от общего количества.

Ключевые слова: печенье, мука из семян черного тмина, яблочные выжимки, оценка качества, органолептические и физико-химические показатели

Для цитирования: Оценка качества печенья из муки семян черного тмина и яблочных выжимок / Э.А. Пьяникова, А.Е. Ковалева, Е.В. Овчинникова, Д.В. Колесник // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3 (33). С. 55-62. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-55-62>.

Original article

EVALUATION OF THE QUALITY OF BISCUITS MADE FROM FLOUR, BLACK CUMIN SEEDS AND APPLE POMACE

Elvira A. Pyanikova¹, Anna E. Kovaleva², Elena V. Ovchinnikova³, Dmitry V. Kolesnik⁴

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

³Kursk Institute of Cooperation, Kursk, Russia

⁴Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia

¹alia1969@yandex.ru

²a.e.kovaleva@yandex.ru✉

³e.ov4innikova2011@yandex.ru

⁴dmitriy.kolesnik20001@mail.ru

Abstract. Confectionery in many countries is not a snack, but a part of the daily diet and a traditional meal. The demand for these products worldwide is not only high, but also continues to grow. This article is devoted to the study of organoleptic and physico-chemical properties of new types of cookies being developed. In the developed samples, unlike the control samples, it is proposed to replace part of the wheat flour with flour from black cumin seeds, sugar and invert syrup – with apple pomace. Two variants of formulations were proposed, in which: in sample No. 1, wheat flour was partially replaced with flour from black cumin seeds, and in sample No. 2 – flour from black cumin seeds and potato starch. A five-point scale has been developed to assess the organoleptic indicators of cookie quality in accordance with the requirements of regulatory documentation. According to the results of the study of organoleptic quality indicators of the developed cookie samples, sample No. 1 was the best. It had a pleasant light taste and smell of apple raw materials, had a dark brown color, which was influenced by the introduction of flour from black cumin seeds into the formulation, and a chocolate shade due to the introduction of freshly frozen apple pomace. The study of the developed cookie samples according to physico-chemical parameters (mass fraction of moisture and alkalinity) showed that the data obtained are within the limits allowed by the current standard. In the course of selecting the optimal ratio of ingredients to obtain a finished product with high organoleptic and physico-chemical parameters, the introduction of black cumin flour in an amount of 7.3% of the total amount is optimal.

Keywords: cookies, flour from black cumin seeds, apple pomace, quality assessment, organoleptic and physico-chemical parameters

For citation: Evaluation of the quality of biscuits made from flour, black cumin seeds and apple pomace. E.A. Pyanikova, A.E. Kovaleva, E.V. Ovchinnikova, D.V. Kolesnik. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 3(32), pp. 55-62. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-55-62>.

Введение

Мучные кондитерские изделия находятся в сегменте продуктов популярных среди широких слоев населения. Они отличаются приятным вкусом, привлекательным внешним видом и представлены в широком ассортименте: печенье, галеты, кексы, вафли, пряники и другие [1]. Печенье - это готовое к употреблению мучное кондитерское изделие, традиционно состоящее из муки, сахара, яиц и жиров [5]. Благодаря своим вкусовым качествам, доступности по цене, сохраняемости и разнообразным вкусовым качествам печенье широко потребляется во всем мире [4, 7]. Текстура и вкусовые свойства печенья являются значимыми факторами, влияющими на выбор потребителей [6, 8].

Одним из актуальных направлений в создании рецептур новых видов печенья является использование инновационных ингредиентов в традиционных рецептурах, которые позволяют повысить пищевую ценность продукта. Сделать это можно заменой части пшеничной муки мукой из семян черного тмина, внесением в рецептуру яблочных выжимок, и исключив из рецептуры сахар.

Семена черного тмина содержат пищевые белки (26,7%), жиры (28,5%) и углеводы (40,0%), которые выполняют определенные функции в организме человека. Также семена черного тмина обладают различной биологической активностью: противораковой, противовоспалительной, противоастматической и антиоксидантной [9].

Яблоки являются одним из доступных фруктов среди потребителей в Центральном Федеральном округе и не только. А также они используются в качестве основного сырья при производстве яблочного сока, пюре, варенья, джемов, повидала и др. При переработке яблочного сырья образуется большое количество отходов сокового производства – выжимок, не применяемых в дальнейшем. При этом яблочные выжимки являются источником, насыщенным витаминами группы В, витаминами С, Р, Е, β-каротином, тритерпеновыми соединениями, минеральными элементами (при производстве сока в результате операции отжима остаются выжимки, в которых сохраняются более 50% от общего количества важнейших нутриентов), пищевыми волокнами и пектиновыми веществами [3].

При разработке мучных изделий для обогащения пищевыми волокнами используются различные виды растительного сырья, богатые данным компонентом. Коллектив авторов провел анализ свойств яблочных выжимок, в результате которого получил результаты по наличию достаточно большого количества в них клетчатки. На основании полученных исследований в работе были представлены рецептуры кексов, в которых яблочные выжимки вводились в различном процентном соотношении в замен части пшеничной муки. В ходе исследований было выявлено, что свежие яблоки обладают антиоксидантной активностью, эквивалентной 1500 мг витамина С [2].

Целью настоящего исследования являлась оценка качества разработанных образцов печенья с использованием муки из семян черного тмина и яблочных выжимок.

Материалы и методы исследований

Разработка рецептуры нового вида печенья проводилась в 2024 г. на базе кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет». С целью изучения возможности замены классических ингредиентов сдобного печенья на альтернативные были разработаны и выпечены несколько образцов. За основу были взяты 2 рецептуры из сборника под редакцией М.К. Смирновой «Рецепты на печенье, галеты и вафли» (сахарное печенье «Ужкандиняй» (№129), песочно-выемное сдобное печенье «Листики» (№160)). С учетом внесенных корректировок по рецептурным ингредиентам и их количественному соотношению в ходе многократных лабораторных выпечек были разработаны рецептуры, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Рецептуры разрабатываемых образцов печенья с использованием муки из семян черного тмина

Наименование ингредиента	Количество	
	Образец №1	Образец №2
Мука пшеничная высшего сорта, г	230	180
Мука из черного тмина, г	50	50
Яблочные выжимки, г	235	235
Крахмал картофельный, г	-	50
Маргарин, г	150	150
Сода, г	6,5	6,5
Соль, г	3	3
Соль и кунжут	Для посыпки	

Так как в разработанных рецептурах печенья полностью отсутствуют сахар, инвертный сироп и сахарозаменители, то их нельзя отнести ни к сахарному, ни к сдобному (песочно-выемному). В яблочных выжимках, которые вводились в рецептуру печенья, содержатся сахара, переходящие в готовый продукт. Часть муки пшеничной высшего сорта была заменена на муку из семян черного тмина. Так как данная мука обладает ярко выраженным вкусом и черным цветом, то ее количество в рецептуре печенья определялось экспериментально с учетом органолептических показателей качества готового продукта.

По показателям качества, представленным в п.5 ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия», разработанные образцы должны отвечать его требованиям. В соответствии с данным нормативным документом была разработана шкала органолептической оценки показателей качества печенья (таблица 2).

Таблица 2. Шкала оценки органолептические показатели печенья

Наименование показателя	Характеристика сахарного печенья			
	ГОСТ 24901 «Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
Вкус и запах	Выраженные, свойственные вкусу и запаху компонентов, входящих в рецептуру печенья, без посторонних привкуса и запаха	С сильно выраженным вкусом и/или запахом одного или нескольких компонентов входящих в рецептуру печенья, но не портящих вкуса и запаха	Присутствие постороннего вкуса и/или запаха, вызывающего неприятные ощущения	Не свойственный вкусу и/или запаху, вызывающему неприятные ощущения
Форма	Плоская, без вмятин, вздутий и повреждений края	Плоская, с небольшими трещинами, без вмятин, вздутий с незначительными отклонениями по форме	Плоская, со вздутиями и/или вмятинами незначительными нарушениями формы	Плоская, со вздутиями, вмятинами, нарушениями формы и повреждениями края
Поверхность	Гладкая, с четким не расплывшимся оттиском рисунка на верхней поверхности. Поверхность неподгорелая, без вздутий. Нижняя поверхность ровная	Гладкая, с нечетким слегка расплывшимся оттиском рисунка на верхней поверхности. Поверхность неподгорелая, без вздутий. Нижняя поверхность ровная	Негладкая, с нечетким расплывшимся оттиском рисунка на верхней поверхности. Поверхность неподгорелая, со вздутиями. Нижняя поверхность неровная	Негладкая, с нечетким расплывшимся оттиском рисунка на верхней поверхности. Поверхность подгорелая, со вздутиями. Нижняя поверхность неровная
Цвет	Равномерный, от светло-соломенного до темно-коричневого с учетом используемого сырья	Неравномерный, от светло-соломенного до темно-коричневого с учетом используемого сырья	Неравномерный, от светлого до коричневого цвета независимо от используемого сырья	Неравномерный, подгорелый темно-коричневый
Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористой структурой, без пустот и следов непромеса	Пропеченное печенье с равномерной мелкозернистой структурой, без пустот и следов непромеса	Пропеченное печенье с вязкой структурой без пустот и следов непромеса	Непропеченное печенье с закалом

Внешний вид изделия оценивают путем осмотра печенья. При этом выявляют соответствие образцов по отсутствию деформированных изделий, надломов, вздутий, трещин, раковинных выемок, подгорелости печенья, правильности отштампованного рисунка на поверхности, ненарушенности формы. При визуальном осмотре печенья в изломе в первую очередь выявляют наличие или отсутствие пустот, непромес теста, закал, пропеченность изделий, равномерность пористости. Вкус и запах должен быть свойственный данному наименованию печенья, а также определяют наличие и/или отсутствие несвойственных запахов и привкусов.

Исследования физико-химических показателей выполнены на базе кафедры товароведения, технологии и экспертизы товаров ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный уни-

верситет»: массовая доля влаги определялась по ГОСТ 5900-2014; щелочность - по ГОСТ 5898-2022.

Результаты исследований и их обсуждение

Для проведения органолептической оценки были взяты разработанные образцы. Полученные результаты представлены на диаграмме рисунка 1.

В ходе оценки у разработанных образцов печенья вкус гармонично сбалансирован, не один из компонентов, входящих в рецептуру печенья, не выбивается из общей гаммы. Присутствует приятный легкий привкус яблочного сырья. Запах выраженный, свойственный запаху входящих в состав рецептуры яблочных выжимок. Наличие в рецептуре муки из семян черного тмина на вкусоароматические свойства печенья не повлияло. По данным органолептическим показателям разработанные образцы были оценены максимальной оценкой – по 5,0 баллов каждый показатель.

Внешний вид разработанных образцов оценивался путем осмотра печенья. Печенье выпекалось круглой формы, плоское. Вмятин по краю изделия не было выявлено, вздутый и других дефектов по форме не обнаружено. Структура нехрупкая, при соприкосновении изделий друг с другом или другими поверхностями повреждений в виде надломов не наблюдалось. При оценке показателя «форма» образцы набрали по 5,0 баллов.

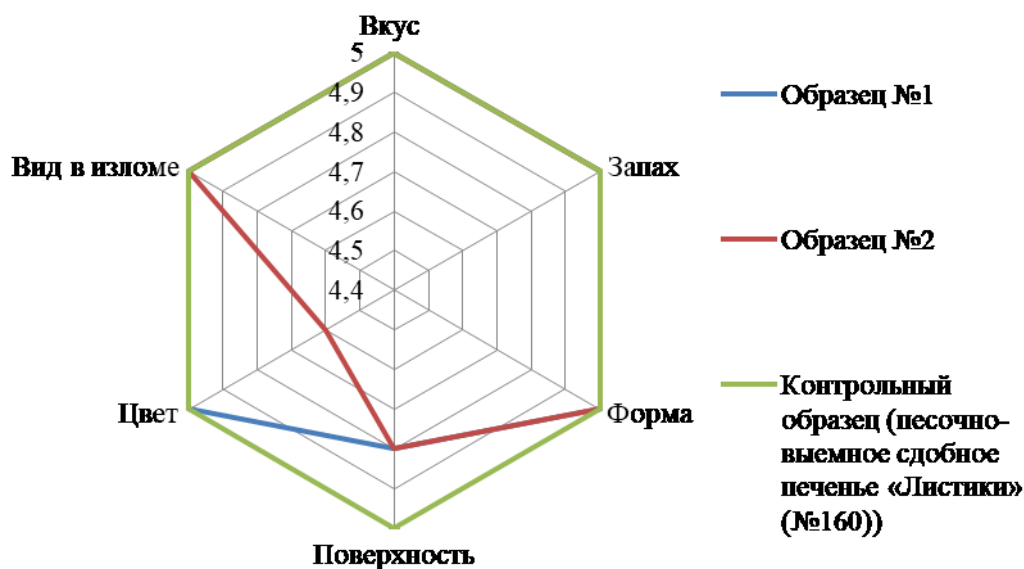


Рисунок 1. Результаты исследования органолептических показателей качества разработанных образцов печенья

Поверхность у образцов шероховатая, неподгорелая, без вздутий. Нижняя поверхность ровная. Верхняя часть имеет отделку в виде морской соли и семян кунжута. Рисунок на верхней части печенья не предусмотрен. Обсыпка из семян кунжута при транспортировании осыпается. Для предотвращения данного дефекта необходимо поверхность печенья перед выпечкой и посыпкой обильно смазывать яичным белком. По данному показателю разработанные образцы печенья набрали по 4,8 балла.

В связи с тем, что мука черного тмина обладает антрацитовым цветом (черным с блеском), и ее содержание составляет 21,8% (для образца №1) и 27,8% (для образца №2) от пшеничной муки, то тесто приобрело темно-серый цвет, близкий к цвету тминной муки. В готовом печенье был отмечен у образца №1 темно-коричневый цвет (шоколадный), на который повлияло введение в рецептуру свежемороженых яблочных выжимок, имеющих рыже-коричневый цвет. За счет введения в рецептуру образца №2 картофельного крахмала цвет у

печенья стал темно-коричневый с серым оттенком. Образец №1 получил по показателю цвет 5,0 баллов. У образца №2 оценка составила 4,6, что связано с непривычным цветом мучных кондитерских изделий.

При оценивании вида в изломе обращали внимание на пропеченность изделий, равномерность пор, наличие пустот, непромеса, закала.

У образцов печенья №1 и №2 была отмечена умеренная пористость, пустоты отсутствовали, непромес теста в готовых изделиях не обнаружен. Печенье пропеченное. У образца №2 из-за введения в рецептуру картофельного крахмала была отмечена рассыпчатая структура, свойственная песочному печенью, у образца №1 - структура была слоистая. Несмотря на отличия у образцов печенья в изломе оба образца были оценены максимальным баллом – «отлично».

В целом по результатам органолептической оценки разработанные образцы печенья с использованием муки черного тмина и яблочных выжимок набрали высокие баллы: 29,8 балла – у образца №1 и 29,4 балла – у образца №2 и в дальнейшем были рекомендованы к проведению физико-химических исследований.

Качество готовых образцов печенья оценивали по следующим физико-химическим показателям – влажность и щелочность (таблица 3).

Таблица 3. Результаты исследования физико-химических показателей качества образцов печенья

Наименование показателя	Образец №1	Образец №2	Контрольный образец (песочно-выемное сдобное печенье «Листики» (№160))
Массовая доля влаги, %	8,00	5,80	7,2
Щелочность, град	0,65	1,18	1,2

Физико-химический показатель «влажность» изделий, определенный стандартным методом, у всех образцов соответствовал значениям, допустимым данному виду изделий и особенностям рецептур. Согласно ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия» щелочность не должна превышать 2,0 град. Из полученных данных видно, что исследуемые образцы печенья соответствуют значениям данного нормативного документа.

Согласно ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ» содержание влаги не должно превышать 10,0%. Из полученных результатов видно, что данный показатель в образцах не превышает значение ГОСТ.

Выводы

1. Исследования показали, что для получения печенья с использованием муки из семян черного тмина с высокими показателями качества оптимальным является внесение муки из черного тмина в количестве 7,3% (допускается не более 7,5%) от общего количества всех ингредиентов.

2. Подобранные для введения в рецептуру количество яблочных выжимок позволяет получить печенье с приятным легким привкусом, запахом и цветом яблочного сырья.

3. Исследование физико-химических показателей разработанных образцов печенья с заменой пшеничной муки частью муки из семян черного тмина показало, что массовая доля влаги у образца №1 составила 8,0%, у образца №2 – 5,8%; щелочность у образца №1 - 0,65 град., у образца №2 – 1,18 град. Полученные данные находятся в пределах, допустимых действующим стандартом.

Список источников

1. Алексеенко Е.В. Сдобное печенье повышенной пищевой ценности / Е.В. Алексеенко, И.Г. Белявская, Л.В. Зайцева, А.Г. Уварова // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2021. № 2. С.121-137.
2. Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Ткачева Е.Д., Рязанцева А.С. Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем // *Вестник ВГУИТ*. 2020. № 3 (Т. 82). С. 200-206.
3. Обоснование используемых ингредиентов для получения низкокалорийных полуфабрикатов «Брауни» / Э. А. Пьяникова, А. Е. Ковалева, Е. В. Овчинникова, О. С. Тараторина // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2022. № 2. С. 10-17.
4. Aljobair M.O. Physicochemical, nutritional, and sensory quality and storage stability of cookies: Effect of clove powder // *International Journal of Food Properties*. 2022. No. 25 (1). Pp. 1009-1020.
5. Bakare A.H. Nutritional, texture, and sensory properties of composite biscuits produced from breadfruit and wheat flours enriched with edible fish meal / A.H. Bakare, A.A.Adeola, I. Otesile, A.O. Obadina, W.A. Afolabi, M.O. Adegunwa, R.A. Akerele, O.O. Bamgbose, E.O. Alamu // *Food Science & Nutrition*. 2020. No. 8 (11). Pp. 6226-6246.
6. Erinc H. Different sized wheat bran fibers as fat mimetic in biscuits: Its effects on dough rheology and biscuit quality / H. Erinc, B. Mert, A. Tekin // *Journal of Food Science and Technology*. 2018. No. 55 (10). Pp. 3960-3970.
7. Kumar K.A. Effect of fat and sugar replacement on rheological, textural and nutritional characteristics of multigrain cookies / K. A. Kumar, M.L. Sudha // *Journal of Food Science and Technology*. 2021. No. 58 (7). Pp. 2630-2640.
8. Teke N.V. J. Formulation of healthy cookies incorporated with orange peel powder and Moringa oleifera leaf powder / N.V. Teke, K.W. Patil, H. Gavit // *Materials Today: Proceedings*. 2023. No. 73 (3). Pp. 515-521.
9. Trigui I. Physicochemical properties, antioxidant activity and in vitro gastrointestinal digestion of purified proteins from black cumin seeds / Trigui I., Zarai Z., Chevance S., Cheikh-Rouhou S., Attia H., Ayadi M.A. // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. No. 126. Pp. 454-465.

References

1. Alekseenko E.V. Sweet biscuits of increased nutritional value. E.V. Alekseenko, I.G. Belyavskaya, L.V. Zaitseva, A.G. Uvarova. *Storage and processing of agricultural raw materials*, 2021, no. 2, pp.121-137.
2. Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Tkacheva E.D., Ryazantseva A.S. Assessment of quality indicators of wheat bread enriched with secondary apple raw materials. *Bulletin of VSUET*, 2020, no. 3 (vol. 82), pp. 200-206.
3. Substantiation of the ingredients used to obtain low-calorie semi-manufactured Brownies. E. A. Pyanikova, A. E. Kovaleva, E. V. Ovchinnikova, O. S. Taratorina. *Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – products of healthy nutrition*, 2022, no. 2, pp. 10-17.
4. Aljobair M.O. Physicochemical, nutritional, and sensory quality and storage stability of cookies: Effect of clove powder. *International Journal of Food Properties*, 2022, no. 25 (1), pp. 1009-1020.
5. Bakare A.H. Nutritional, texture, and sensory properties of composite biscuits produced from breadfruit and wheat flours enriched with edible fish meal. A.H. Bakare, A.A.Adeola, I. Otesile, A.O. Obadina, W.A. Afolabi, M.O. Adegunwa, R.A. Akerele, O.O. Bamgbose, E.O. Alamu. *Food Science & Nutrition*, 2020, no. 8 (11), pp. 6226-6246.
6. Erinc H. Different sized wheat bran fibers as fat mimetic in biscuits: Its effects on dough

rheology and biscuit quality. H. Erinc, B. Mert, A. Tekin. Journal of Food Science and Technology, 2018, no. 55 (10), pp. 3960-3970.

7. Kumar K.A. Effect of fat and sugar replacement on rheological, textural and nutritional characteristics of multigrain cookies. K. A. Kumar, M.L. Sudha. Journal of Food Science and technology, 2021, no. 58 (7), pp. 2630-2640.

8. Teke N.V. J. Formulation of healthy cookies incorporated with orange peel powder and Moringa oleifera leaf powder. N.V. Teke, K.W. Patil, H. Gavit. Materials Today: Proceedings, 2023, no. 73 (3), pp. 515-521.

9. Trigui I. Physicochemical properties, antioxidant activity and in vitro gastrointestinal digestion of purified proteins from black cumin seeds. Trigui I., Zarai Z., Chevance S., Cheikh-Rouhou S., Attia H., Ayadi M.A. International Journal of Biological Macromolecules, 2019, no. 126, pp. 454-465.

Информация об авторах

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

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

Е.В. Овчинникова – кандидат экономических наук, доцент кафедры товароведно-технологических дисциплин;

Д.В. Колесник – обучающийся.

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;

E.V. Ovchinnikova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Science and Technology Disciplines;

D.V. Kolesnik – Student.

Научная статья

УДК 663.86.054.1

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-63-71

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРУКТОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Талби Мунир^{1✉}

¹Московский государственный университет технологий и управления

им. К.Г. Разумовского, Москва, Россия

¹visit.mounir@gmail.com[✉]

Аннотация. Статья посвящена изучению влияния компонентов рецептуры на качество и пищевую ценность плодово-ягодных прохладительных напитков из фруктово-ягодного сырья, производимого в Московской области и других регионах России. Для сообщения данной продукции функциональной направленности в рецептуру вводились биологические добавки из лекарственно-технического сырья. Выполненный мониторинг производства воды, безалкогольных напитков и соковой продукции в России за период 2022-2023 гг. показывает, что до 2013 г. производство безалкогольных напитков и соковой продукции составляло 0,4-0,6% от общего выпуска пищевой продукции России. Максимальный объем выпуска безалкогольной продукции приходится на 2015 г., и динамика производства составляет 4,9%. Большое внимание уделяют содержанию в продуктах минеральных веществ, витаминов, свободных ароматических аминокислот. Одним из перспективных источников растительного сырья, содержащего минерально-витаминный комплекс и высокую антиоксидантную активность, являются ягоды, пряно-ароматические и лекарственные растения. Целью работы является создание безалкогольных напитков из фруктово-ягодного сырья на основе восстановленных соков. Для достижения поставленной цели был поставлен ряд задач, направленных на решение научных и практических проблем. Использованы современные и традиционные методы определения качества сырья и готовых безалкогольных газированных и негазированных прохладительных напитков. 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, 120 образцов, приготовленных в течение 2022-2023 гг., можно сделать вывод, что наилучшие показатели имеют 5 вариантов рецептур, полученных из сублимированных натуральных фруктово-ягодных купажей порошков (экстрактов, пюре) с добавками БАД из лекарственно-технического сырья в количестве: порошок, экстракт или пюре – 1,0%, сахар белый – 10%, лимонная кислота – 1,0, БАД (чабрец, валериана и пр.) – 0,1%.

Ключевые слова: безалкогольные прохладительные напитки, растительное сырье, показатели качества

Для цитирования: Талби Мунир. Использование фруктово-ягодного сырья для изготовления безалкогольных напитков // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3 (33). С. 63-71. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-63-71>.

Original article

THE USE OF FRUIT AND BERRY RAW MATERIALS FOR THE MANUFACTURE OF SOFT DRINKS

Talbi Mounir^{1✉}

¹Moscow State University of Technologies and Management, Moscow, Russia

¹visit.mounir@gmail.com[✉]

Abstract. The article is devoted to the study of the influence of formulation components on the quality and nutritional value of fruit and berry soft drinks from fruit and berry raw materials produced in the Moscow region and other regions of Russia. To impart a functional focus to these products, biological additives

from medicinal and technical raw materials were introduced into the formulation. Completed monitoring of the production of water, soft drinks and juice products in Russia for the period 2022-2023. shows that until 2013, the production of soft drinks and juice products accounted for 0.4-0.6% of the total output of food products in Russia. The maximum volume of production of non-alcoholic products occurs in 2015 and the production dynamics is 4.9%. Much attention is paid to the content of minerals, vitamins, free aromatic amino acids, etc. in products. One of the promising sources of plant raw materials containing a mineral-vitamin complex and high antioxidant activity are berries, aromatic and medicinal plants. The goal of the work is to create soft drinks from fruit and berry raw materials based on reconstituted juices. 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 non-alcoholic carbonated and non-carbonated soft drinks. 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 during temperature exposure. Based on the results of organoleptic and tasting assessments of 120 samples prepared during 2022-2023, we can conclude that the best performance is achieved by 5 formulation options obtained from freeze-dried natural fruit and berry blends of powders (extracts, purees) with dietary supplements from medicinal and technical raw materials, in quantity: powder, extract or puree – 1.0%, white sugar – 10%, citric acid – 1.0, dietary supplement (thyme, valerian, etc.) – 0.1%.

Keywords: *non-alcoholic soft drinks, vegetable raw materials, quality indicators*

For citation: *Talbi Mounir. The use of fruit and berry raw materials for the manufacture of soft drinks. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 3(33), pp. 63-71. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-63-71>.*

Введение

Существующие технологии производства безалкогольных напитков основываются на использовании свежего или замороженного плодово-ягодного сырья, включают процессы мойки, экстракции, приготовление сахарного и купажного сиропа, инспекция продукции [2, 4]. Наиболее часто в производстве напитков на основе морсов используют соки прямого отжима, восстановленные, спиртовые или концентрированные, купажи двух видов соков. Изготавливают также напитки на основе экстрактов, настоев, концентратов, различных композиций из плодов и семян, с добавлением подсластителей, красителей, ароматизаторов из растительного сырья [1, 6, 7]. Всё большую популярность заслуживают натуральные безалкогольные напитки на основе полезного растительного сырья [3, 8, 9, 11].

Термическая обработка остается наиболее широко используемым методом продления срока годности, а также консервирование и сублимационная сушка фруктово-ягодного сырья [9]. Однако промышленная термическая обработка может оказывать негативное воздействие на питательные компоненты (антоцианы, каротиноиды, витамины и биологически активные белки) [11, 13, 17, 21, 23] и сенсорные параметры (цвет, аромат, вкус) [19, 22]. Мембранная технология стала альтернативой традиционным термическим методам осветления и концентрирования фруктовых соков, которые широко применялись в молочной промышленности и производстве напитков [9, 18]. Методы мембранной сепарации используются в пищевой промышленности из-за меньших затрат рабочей силы, большей эффективности и более короткого времени обработки, чем традиционная фильтрация. Следовательно, эксплуатационные затраты при использовании мембранных процессов значительно ниже, чем при традиционных процессах [18, 20]. Фруктовые соки обычно концентрируют путем многоступенчатого вакуумного выпаривания, чтобы снизить затраты на хранение и транспортировку, а также добиться стабильности и более длительного хранения [20]. Однако потеря вкуса свежего сока, ухудшение цвета и «приготовленный» вкус – вот некоторые нежелательные эффекты, связанные с этим методом, главным образом из-за термического воздействия. Исследователи на протяжении многих лет пытались разработать новые методы сохранения вкуса, аромата, внешнего вида и ощущения во рту свежесжатых соков в концентрате и в конечном итоге в восстановленном соке [2, 4, 12]. Исследователи добились больших успехов в разработке методов сохранения аромата, инновационного контроля процесса и смешивания продуктов для

производства концентрата хорошего качества, который может привести к удовлетворению потребителя, но не до такого уровня, чтобы его было невозможно отличить от свежесжатого сока [6, 9, 20]. Значительные усилия были направлены на изучение ультрафильтрации и обратного осмоса для осветления/концентрирования сока. Для обработки соков также анализируются усовершенствованные методы, такие как концентрирование замораживанием и сублимационная концентрация [18]. Но, согласно недавним исследованиям, наиболее обнадёживающей альтернативой является мембранная концентрация. Типами процессов мембранного разделения под давлением, которые наиболее часто используются при переработке сока, являются ультрафильтрация (УФ) и микрофильтрация (МФ). Они способны разделять частицы в примерных диапазонах размеров 1-100 мкм и 0,1-10 мкм соответственно [14].

Несмотря на развитие в России производства безалкогольных напитков, соков, нектаров, специализированных напитков и нектаров для детского питания, актуальной остается проблема расширения их ассортимента на основе использования натуральных компонентов: экстрактов, порошков и пюре, полученных из фруктово-ягодного сырья. В соответствии с рекомендациями исследователей этот рынок следует развивать в направлении производства натуральных напитков на основе нетрадиционного состава, в частности из местных плодов и дикорастущих растений, которые способны оказывать оздоровительный и общеукрепляющий эффект.

Исходя из выше сказанного, можно определить цель проводимого исследования – создание рецептур безалкогольных напитков из фруктово-ягодного сырья на основе восстановленных соков из порошков, экстрактов или пюре.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на протяжении 2021-2024 годов.

Объектом исследования являются 120 образцов напитков из восстановленных соков на основе порошков, пюре, экстрактов; 5 образцов безалкогольных напитков, полученных из лиофилизированных натуральных фруктово-ягодных купажей порошков с добавками БАД из лекарственно-технического сырья.

Контрольными образцами являлись: Напиток клюквенный рецептура № 1042; Напиток из варенья рецептура №1045 (брусника); Напиток из сиропа рецептура №1046. Рецептуры выбраны из Сборника рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания, 1982 г.

Для исследований использованы экстракты и порошки, которые получены в лаборатории исследования качества растительного сырья ООО «Русэкстракт» г. Новосибирска, ИП Глухова Е.В., г. Москва, а также приобретали ягоды в розничной торговле. Образцы готовили в лаборатории № 357 и № 443 кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса РОСБИОТЕХ.

Методы исследования. В работе использованы статистические, экономические, эмпирические методы исследования, в том числе и математические методы обработки данных. Применен метод исследования потребительских предпочтений на платформах Google Forms, Google Trends. Методом подбора компонентов были выявлены перспективные сочетания для обогащения традиционных рецептур растительными компонентами пищи и методом планирования эксперимента созданы модельные структуры.

Аппаратное обеспечение технологического процесса: Универсальная микроэмульсионная установка УМУ-1000 (Завод нестандартного технологического оборудования. г. Щелково). Измерение концентрации полисахаридов и других нутриентов: Спектрофотометр СФ-56 (производство: ЛОМО, Россия). Измерение содержания микро- и ультрамикроэлементов: ИСП-АЭС спектрометр Optima 2000 DV (Perkin Elmer, США). Визуализация полисахаридов: SolverP-47 bio фирмы «НТ-МДТ» (Россия), АСМ- изображения в прерывисто-контактном режиме, с использованием сверхострых кантилеверов высокого разрешения производства «Нанотюнинг».

Проведен анализ восстановленных соков и безалкогольной продукции отечественного производителя на основе растительного сырья. Показатели качества безалкогольных напитков исследованы в соответствии с требованиями нормативной документации. Проведен анализ pH, плотности и вязкости разработанных образцов, определена массовая доля сухих веществ рефрактометрическим методом, а также кислотность методом потенциометрического титрования. Органолептическая оценка безалкогольных напитков проводилась дескрипторно-профильным методом с построением профилограмм. Определение пищевой и энергетической ценности проводилось по справочнику «Химический состав российских пищевых продуктов» И.М. Скурихина [10].

Для достижения поставленной цели на основе экстрактов, порошков и пюре из фруктово-ягодного сырья и БАД из лекарственно-технического сырья (чабреца, валерианы, прополиса и пр.) разработаны технологии и рецептуры безалкогольных прохладительных напитков для предприятий общественного питания.

Важным направлением для реализации задач исследования является необходимость выбора наиболее перспективного растительного сырья и биологически активных добавок из имеющегося ассортимента фруктово-ягодного свежего, замороженного и сублимированного сырья Московской области и других регионов России, экстрактов, порошков и пюре, производимых предприятиями Агропромышленного комплекса и пищевой промышленности РФ, наиболее популярных среди населения, имеющих требуемые показатели качества и безопасности для безалкогольных напитков [8, 11].

В качестве основных критериев при выборе способа замораживания выступают продолжительность и экономичность процесса. Замораживание осуществляли в морозильных установках при температуре от $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Затем ягодное сырье хранили при температуре $-18 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 6 месяцев. Во время хранения осуществлялся ежедневный контроль температурных параметров, так как даже небольшие изменения температуры могут вызвать повреждения клеточной оболочки и способствовать вытеканию сока, что приведет к значительным потерям как массы, так и пищевой ценности соковой продукции. Поэтому выбранные режимы хранения контролировали с учетом как соблюдения температурных режимов, так и товарного соседства [4-7].

Результаты исследований и их обсуждение

Химический состав выбранного растительного сырья богат и достаточно сложен. В таблице 1 приведен химический состав свежего и замороженного ягодного сырья в средних значениях за анализируемый период, с 19 июля по 16 августа осуществлялся сбор голубики в Талдомском, Шатурском, Егорьевском районах и с 25 августа по 15 сентября 2023 года – сбор брусники в хвойных лесах Мещерской низменности в Шатурском и Егорьевском районах Московской области.

Таблица 1. Химический состав свежего и замороженного ягодного сырья в 100 г нетто

Показатель	Брусника		Голубика	
	свежая	замороженная	свежая	замороженная
Сухие вещества, %	$12,18 \pm 0,03$	$12,15 \pm 0,02$	$10,28 \pm 0,03$	$10,26 \pm 0,01$
Сахара, %	$6,27 \pm 0,01$	$6,33 \pm 0,02$	$7,41 \pm 0,03$	$8,01 \pm 0,01$
Пектиновые вещества, %	$0,59 \pm 0,03$	$0,52 \pm 0,01$	$0,55 \pm 0,02$	$0,51 \pm 0,01$
Полифенолы, мг/100 г	$934,07 \pm 0,03$	$934,01 \pm 0,03$	$879,08 \pm 0,02$	$849,02 \pm 0,03$
Витамин С, мг/100 г	$16,86 \pm 0,01$	$14,80 \pm 0,01$	$27,58 \pm 0,03$	$23,55 \pm 0,04$
Титруемые кислоты (в пересчете на яблочную), %	$2,48 \pm 0,02$	$2,48 \pm 0,01$	$2,64 \pm 0,01$	$2,47 \pm 0,02$

Свежие и замороженные ягоды брусники и голубики незначительно отличаются по содержанию сухих веществ. Эта же тенденция относится и к углеводам, в том числе пектиновым веществам. Вместе с тем ягоды содержат высокое количество полифенолов, что по-

зволяет иметь насыщенный аромат, цвет, запах и степень окисления растений, и получаемый из них сок.

Установлено, что брусника содержит на 6% больше полифенолов, но голубика богаче витамином С и содержит больше титруемых кислот, что будет способствовать преимущественному образованию редуцирующих сахаров в процессе температурного воздействия при приготовлении напитков, по сравнению с другим ягодным сырьем.

Для включения в рецептуру исходных компонентов (основного ингредиента) сок из районированного фруктово-ягодного сырья вырабатывали прямым отжимом или экстрагированием этиловым спиртом.

Полученные по предложенной технологии соки прямого отжима были проанализированы по показателям качества (органолептическим и физико-химическим). Характеристика органолептических показателей представлена в табл. 2.

Таблица 2. Органолептические показатели соков прямого отжима

Показатель	Характеристика
Внешний вид и консистенция (однородность)	Жидкость концентрированная, однородная, мутная с естественно равномерным распределением мелкодисперсной мякоти. При прямом отжиме первые порции сока – жидкие и без мякоти
Вкус, аромат и запах	Вкусо-ароматическая гамма, свойственная натуральному сырью, ярко выраженный вкус и аромат, без посторонних примесей и затхлого запаха
Цвет	Насыщенный, яркий, свойственный цвету исходного сырья. Однородный по всей массе получаемого сока

Таким образом, соки из свежего сырья имеют ярко выраженные вкусо-ароматические показатели, насыщенные цвет, соответствующий виду ягод. Сок из размороженного сырья имеет небольшую мутность. Консистенция этих ягод мягкая, и кожица у них хрупкая, легко разрывающаяся. Поэтому их сложнее обработать, и больше потерь сока при подготовительных операциях.

Получение экстрактов из фруктово-ягодного сырья осуществляли методом экстрагирования этиловым спиртом с применением низкотемпературных воздействий в интервале $50 \pm 5^\circ\text{C}$. Экстракт сушили конвективной сушкой. Оставшуюся мезгу при удалении сока из ягод для получения порошка подвергали сублимационной сушке.

Биологически активные добавки из лекарственно-технического сырья (валерианы, чабреца и др.) получали методом водной экстракции.

Известно, что повышение температуры увеличивает выход компонентов из фруктово-ягодного сырья, то есть качество и концентрацию сока. Это еще раз подтверждено результатами проведенного эксперимента и его анализом.

В этой связи для получения сокосодержащих напитков определены оптимальные параметры водного экстракта из валерианы и чабреца: температура 80°C , гидромодуль 1:10, продолжительность экстрагирования 240 мин. При данных параметрах происходит созревание экстракта, проявляющееся в гармоничном вкусе и аромате. На основе данных, определенных в ходе эксперимента, была разработана технология получения водных экстрактов лекарственно-технического сырья, представленная на рисунке 1.

Одним из важных этапов этой схемы, является оценка качества исходного сырья, т.к. при сборе и кратковременном хранении нарушается его целостность, сырье увядает и теряет при этом часть сухих веществ (витамины, минеральные вещества и пр.).

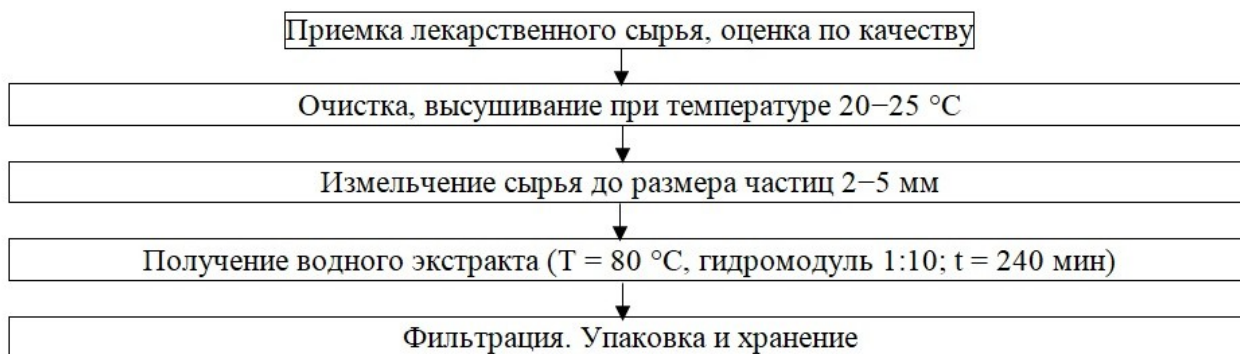


Рисунок 1. Технологическая схема получения водных экстрактов лекарственно-технического сырья

Установлено, что сок, полученный из фруктово-ягодного сырья способом прессования, обладает насыщенным ароматом и содержит мелкие частички мезги. Обработка прессованием позволяет максимально получить две фракции: жидкую и плотную, которые используются для изготовления свежего прохладительного напитка, пастообразного продукта и порошка.

В результате проведенных экспериментов в течение 2022-2023 гг. разработано 120 образцов напитков на основе экстрактов, порошков и пюре. По результатам органолептической и дегустационной оценок можно отметить наилучшие показатели у 5 вариантов рецептов, полученных из сублимированных натуральных фруктово-ягодных купажей порошков (экстрактов, пюре) с добавками БАД из лекарственно-технического сырья в количестве: порошок, экстракт или пюре – 1,0%, сахар белый – 10%, лимонная кислота – 1,0, биологически активные добавки (чабрец, валериана и пр.) – 0,1%.

Введение в рецептуру БАД даже в незначительном количестве (0,1%), напиток приобретает особый вкус и уникальность. Эти показатели особо отметили респонденты, принимающие участие в оценке качества разработанных образцов напитков на основе восстановленных соков.

Таким образом, в данной работе рассмотрена комплексная пищевая система, позволяющая поэтапно установить факторы, воздействующие на исходные растительные композиции, предварительно обработанные ягоды и лекарственное сырье, что позволило получить структуру комплексной пищевой системы и создать новый синергетический эффект в виде устойчивой вкусо-ароматической композиции [5, 7, 11, 15].

Выводы

1. Полученные экспериментальные данные и зависимости будут полезны при рассмотрении более сложных процессов массопереноса, инверсии сахарозы, разрушении структуры растительных тканей.

2. Соки, полученные прямым отжимом или экстрагированием спиртом, могут быть использованы для непосредственного изготовления соковой продукции (соков, морсов), а также подвергнуты сгущению до порошкообразного состояния.

3. Из мезги, образованной при переработке фруктово-ягодного сырья получены порошки методом сушки (конвективной; сублимационной).

4. Разработаны рецептуры безалкогольных прохладительных напитков, включающие: порошок, экстракт или пюре – 1,0%, сахар белый – 10%, лимонная кислота – 1,0, биологически активные добавки (чабрец, валериана и пр.) – 0,1%.

5. Высокие баллы при проведении органолептической оценки получены из образцов на основе экстрактов и порошков брусники, голубики, малины, облепихи и купажей из 2-3 видов порошков.

Список источников

1. Васюкова А.Т., Любецкая Т.Р. Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания. Москва: Дашков и Ко, 2014. 325 с.
2. Васюкова А.Т. Производство биологически полноценных продуктов питания - направление современных пищевых технологий // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2012. № 5. С. 126-129.
3. Васюкова А.Т. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий кухонь народов России для предприятий общественного питания. Москва: Дашков и Ко, 2013. 248 с.
4. Васюкова А.Т. Справочник повара. Москва: Дашков и Ко, 2013. 385 с.
5. Влияние вида жидкости на вязкость суспензии / А.Т. Васюкова, К.В. Кривошонок, А.Е. Алексеев, А.В. Мошкин., М. Талби // *Вестник Марийского государственного университета*. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2022. Т. 8. № 1 (29). С. 9-18.
6. Кухни народов мира / А.Т. Васюкова, Н.М. Варварина // Москва: Дашков и Ко, 2019. 248 с.
7. Першакова Т.В. и др. Применение нетрадиционного сырья в рецептурах кулинарных изделий / Т.В. Першакова, А.Т. Васюкова, Т.С. Жилина, Т.В. Яковлева, В.Ф. Пучкова, И.А. Федоркина // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2011. № 1 (319). С. 36-37.
8. 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.
9. Рожнов Е. Д. Научно-практические основы технологий напитков из облепихи крушиновидной *hipporhae rhamnoides* повышенной стабильности. Дисс. д.т.н., специальность 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ. Екатеринбург, 2021. 367 с.
10. Скурихин И.М. Химический состав российских пищевых продуктов. Справочник / Под редакцией член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. Москва, ДеЛи принт, 2002. 237 с.
11. Сухие функциональные смеси с плодово-ягодными порошками / А.В. Мошкин, А.Т. Васюкова, Т.С. Жилина, И.С. Бобоев, В.Ф. Пучкова // В сборнике: *Качество и экологическая безопасность пищевых продуктов и производств*. Материалы IV Международной научной конференции с элементами научной школы для молодежи. Лапина Г.П. (ответственный редактор). 2016. С. 107-109.
12. Технология продукции общественного питания / А.Т. Васюкова, А.А. Славянский, Д.А. Куликов. Москва, Дашков и Ко, 2020. 345 с.
13. Barros et al. Effect of cooking on total vitamin C contents and antioxidant activity of sweet chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) / A.I.R.N.A. Barros, F.M. Nunes, B. Gonçalves, R.N. Bennett, A.P. Silva // *Food Chemistry*. 2011. Vol. 128. Pp. 165-172.
14. Chiranjit Bhattacharjee, V.K. Saxena, Suman Dutta. Fruit juice processing using membrane technology: A review // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2017. Vol. 43. Pp. 136-153.
15. Impact of various cultivation technologies on productivity of potato (*solanum tuberosum*) in central non-cenozoic zone of Russia / A. Belenkoy, A. Peliy, A. Diop, A. Vasyukova, A. Moskin, V. Burlutskiy, E Borodina. *Research on Crops*. 2020. Vol. 21. No. 3. Pp. 512-519.
16. Katasonova O.N. & Fedotov P.S. Methods for continuous flow fractionation of microparticles: Outlooks and fields of application *Journal of Analytical Chemistry*. 2009. Vol. 64 (3). Pp. 212-225.
17. Kechinski et al. Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal treatment / C.P. Kechinski, P.V.R. Guimarães, C.P.Z. Noreña, I.C. Tessaro, L.D. Marczak // *Journal of Food Science*. 2010. Vol. 75. Pp. 173-176.

18. Koseoglu S.S., Lawhon J.T. & Lusas E.W. Use of membranes in citrus juice processing // Food Technology. 1990. Vol. 44 (12). Pp. 90-97.
19. Nisha P., Singhal R.S., Pandit A. The degradation kinetics of flavor in black pepper (*Piper nigrum* L.) // Journal of Food Engineering. 2009. Vol. 92. Pp. 44-49.
20. Nunes S.P., Peinemann K.-V. (Eds.). Membrane technology in the chemical industry, Wiley/VCH // Weinheim. 2001.
21. Provesi J.G., Dias C.O., Amante E.R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree // Food Chemistry. 2011. Vol. 128. Pp. 195-202.
22. Timoumi S., Mihoubi D., Zagrouba F. Shrinkage, vitamin C degradation and aroma losses during infra-red drying of apple slices LWT // Food Science and Technology. 2007. Vol. 40. Pp. 1648-1654.
23. Van den Hout R., Meerdink G., Vant Riet K. Modeling of the inactivation kinetics of the trypsin inhibitors in soy flour // Journal of the Science of Food and Agriculture. 1999. Vol. 79. Pp. 63-70.

References

1. Vasyukova A.T., Lyubetskaya T.R. Organization of production and service at public catering enterprises. Moscow: Dashkov and Co., 2014. 325 p.
2. Vasyukova A.T. Production of biologically complete food products - the direction of modern food technologies. Fundamental and applied research of the cooperative sector of the economy, 2012, no. 5, pp. 126-129.
3. Vasyukova A.T. Collection of recipes of dishes and culinary products of the cuisines of the peoples of Russia for public catering enterprises. Moscow: Dashkov and Co., 2013. 248 p.
4. Vasyukova A.T. Cook's handbook. Moscow: Dashkov and Co., 2013. 385 p.
5. The influence of the type of liquid on the viscosity of the suspension. A.T. Vasyukova, K.V. Krivoshonok, A.E. Alekseev, A.V. Moshkin, M. Talby. Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences, 2022, vol. 8, no. 1 (29), pp. 9-18.
6. Cuisines of the peoples of the world. A.T. Vasyukova, N.M. Varvarina. Moscow: Dashkov and Co., 2019. 248 p.
7. Pershakova T.V. and all. The use of non-traditional raw materials in recipes of culinary products. T.V. Pershakova, A.T. Vasyukova, T.S. Zhilina, T.V. Yakovleva, V.F. Puchkova, I.A. Fedorkina. Izvestia of higher educational institutions. Food technology, 2011, no. 1 (319), pp. 36-37.
8. Products with herbal additives for healthy nutrition. A.T. Vasyukova, A.A. Slavvyansky., M.F. Khairullin, A.E. Alekseev, A.V. Moshkin, E. Makhmaliev Sh. Food industry, 2019, no. 12, pp. 72-75.
9. Rozhnov E. D. Scientific and practical fundamentals of technologies for drinks made from sea buckthorn cruciform hippophae rhamnoides of increased stability. Dissertation, Doctor of Technical Sciences, specialty 05.18.07 – Biotechnology of food products and biologically active substances. Ekaterinburg, 2021. 367 p.
10. Skurikhin I.M. Chemical composition of Russian food products. Guide. Edited by corresponding member of MAI, Prof. I. M. Skurikhin and Academician of the Russian Academy of Sciences, Prof. V. A. Tutelyan. Moscow, Delhi print, 2002. 237 p.
11. Dry functional mixtures with fruit and berry powders. A.V. Moshkin, A.T. Vasyukova, T.S. Zhilina, I.S. Boboev, V.F. Puchkova. In the collection: Quality and environmental safety of food products and industries. Materials of the IV International Scientific Conference with elements of a scientific school for young people. Lapina G.P. (executive editor), 2016, pp. 107-109.
12. Technology of public catering products. A.T. Vasyukova, A.A. Slavvyansky, D.A. Kulikov. Moscow, Dashkov and Co., 2020. 345 p.

13. Barros et al. Effect of cooking on total vitamin C contents and antioxidant activity of sweet chestnuts (*Castanea sativa* Mill.). A.I.R.N.A. Barros, F.M. Nunes, B. Gonçalves, R.N. Bennett, A.P. Silva. *Food Chemistry*, 2011, vol. 128, pp. 165-172.
14. Chiranjit Bhattacharjee, V.K. Saxena, Suman Dutta. Fruit juice processing using membrane technology: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2017, vol. 43, pp. 136-153.
15. Impact of various cultivation technologies on productivity of potato (*solanum tuberosum*) in central non-cenozoic zone of Russia. A. Belenkov, A. Peliy, A. Diop, A. Vasyukova, A. Moskin, V. Burlutskiy, E Borodina. *Research on Crops*, 2020, vol. 21, no. 3, pp. 512-519.
16. Katasonova O.N. & Fedotov P.S. Methods for continuous flow fractionation of microparticles: Outlooks and fields of application *Journal of Analytical Chemistry*, 2009, vol. 64 (3), pp. 212-225.
17. Kechinski et al. Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal treatment. C.P. Kechinski, P.V.R. Guimarães, C.P.Z. Noreña, I.C. Tessaro, L.D. Marczak. *Journal of Food Science*, 2010, vol. 75, pp. 173-176.
18. Koseoglu S.S., Lawhon J.T. & Lusas E.W. Use of membranes in citrus juice processing. *Food Technology*, 1990, vol. 44 (12), pp. 90-97.
19. Nisha P., Singhal R.S., Pandit A. The degradation kinetics of flavor in black pepper (*Piper nigrum* L.). *Journal of Food Engineering*, 2009, vol. 92, pp. 44-49.
20. Nunes S.P., Peinemann K.-V. (Eds.). *Membrane technology in the chemical industry*, Wiley/VCH. Weinheim, 2001.
21. Provesi J.G., Dias C.O., Amante E.R. Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree. *Food Chemistry*, 2011, vol. 128, pp. 195-202.
22. Timoumi S., Mihoubi D., Zagrouba F. Shrinkage, vitamin C degradation and aroma losses during infra-red drying of apple slices *LWT. Food Science and Technology*, 2007, vol. 40, pp. 1648-1654.
23. Van den Hout R., Meerdink G., Vant Riet K. Modeling of the inactivation kinetics of the trypsin inhibitors in soy flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1999, vol. 79, pp. 63-70.

Информация об авторах

Талби Мунир – аспирант.

Information about the authors

Talbi Mounir – Postgraduate student.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

Научная статья

УДК 633.15:631.527

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-72-77

САМООПЫЛЕННЫЕ ЛИНИИ КУКУРУЗЫ ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА

Галговская Людмила Анатольевна^{1✉}, Теркина Ольга Валентиновна²,
Романова Анна Николаевна³, Конарева Елена Анатольевна⁴

^{1,2,3,4}Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, Ставропольский край,

Пятигорск, Россия

¹e-m252@mail.ru

²kukuruza.ekologiya.14@mail.ru

³selektsiya.kukuruza@mail.ru

⁴e-m252@mail.ru

Аннотация. В статье дана характеристика урожайности зерна среднеранних самоопыленных инбредных линий кукурузы. Исследования проводили в 2022-2023гг. на полях ФГБНУ ВНИИ кукурузы Ставропольского края. Объектом исследования послужило десять линий кукурузы селекции Всероссийского Научно-исследовательского института кукурузы. Линии были получены методом неоднократного самоопыления и отбора. В течение двух лет была проведена оценка исходного материала по урожайности зерна, высоте растений, высоте прикрепления початка, устойчивости к болезням и вредителям, экологической пластичности и комбинационной способности. Сделано морфологическое описание початков. В течение 2022-2023 годов было проведено испытание самоопыленных линий по типу контрольного питомника. Образцы изучаемых инбредных линий представлены тремя подвидами: две кремнистые (Л 5143, Л 1150), пять зубовидных (РС 201, Л 8216, Л 1251, Л 9205, Л1237) и три промежуточного типа (Л 9343, Л 0346). По длине вегетационного периода все линии относятся к среднеранней группе спелости. Линии, выбранные для изучения с высокой комбинационной способностью. Анализ урожайности зерна самоопыленных линий кукурузы показал достоверные различия как по годам, так и в среднем за два года исследований. Лучшие результаты по урожайности показали линии Л 9343 4,3 т/га и Л 1251, ее урожай в среднем по двум годам составил 4,2 т/га, Линия Л 9205 по двум годам показала урожай зерна 4,0 т/га Для линейного материала урожайность такого уровня является очень высоким показателем. Эти линии могут послужить ценным исходным материалом при создании высокоурожайных гибридов кукурузы.

Ключевые слова: самоопыленная линия, урожайность зерна, испытание, продуктивность

Для цитирования: Самоопыленные линии кукурузы по урожайности зерна / Л.А. Галговская, О.В. Теркина, А.Н. Романова, Е.А. Конарева // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3 (33). С. 72-77. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-72-77>.

Original article

SELF-POLLINATED CORN LINES BY GRAIN YIELD

Ljudmila A. Galkovskaya^{1✉}, Olga V. Terkina², Anna N. Romanova³, Elena A. Konareva⁴

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

¹e-m252@mail.ru

²kukuruza.ekologiya.14@mail.ru

³selektsiya.kukuruza@mail.ru

⁴e-m252@mail.ru

Abstract. The article describes the grain yield of medium-early self-pollinated inbred maize lines. The research was carried out in 2022-2023 in the fields of the Federal State Budgetary Scientific Research Institute of Corn of the Stavropol Territory. The object of the study was ten maize breeding lines of the All-Russian Maize Research Institute. The lines were obtained by repeated self-pollination and selection. Over the course of two years, the initial material was evaluated by grain yield, plant height, cob attachment height, resistance to diseases and pests, environmental sustainability and combinational ability. A morphological description of the ears has been made. During 2022-2023, self-pollinated lines were tested according to the type of a control nursery. The samples of the studied inbred lines are represented by three subspecies: two siliceous (L 5143, L 1150), five tooth-shaped (RS 201, L 8216, L 1251, L 9205, L1237) and three intermediate types (L 9343, L 0346). According to the length of the growing season, all lines belong to the middle early maturity group. Lines selected for study with high combinational ability. The analysis of grain yields of self-pollinated maize lines showed significant differences, both by year and on average over two years of research. The best yield results were shown by the lines L 9343 4.3 t/ha. and L 1251, its yield averaged 4.2 t/ha over two years. The L 9205 line showed a grain yield of 4.0 t/ha for two years. For linear material, the yield of this level is a very high indicator. These lines can serve as a valuable starting material for the creation of high-yielding corn hybrids.

Keywords: self-pollinated line, grain yield, testing, productivity

For citation: Self-pollinated corn lines by grain yield. L.A. Galkovskaya, O.V. Terkina, A.N. Romanova, E.A. Konareva. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 3(33), pp. 72-77. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-72-77>.

Введение

Для создания высокопродуктивных гибридов кукурузы с ценными агрономическими признаками необходимо наличие исходного материала, отвечающего требованиям зоны семеноводства. Создание новых самоопыленных линий – это первый этап работы в получении хозяйственно ценных гибридов кукурузы. Второй важный этап – оценка линий по комплексу признаков [3]. Благодаря успешным опытам ведущих селекционеров ценность инбредных или самоопыленных линий кукурузы достаточна велика.

Самоопыленная инбредная линия – основная структурная единица при создании высокопродуктивных гибридов кукурузы, характеризующаяся высокими проявлениями эффекта гетерозиса [9,6].

При оценке исходного материала большое внимание уделяется таким признакам, как: урожайность зерна, высота растений, высота прикрепления початка, устойчивость к болезням и вредителям, экологическая пластичность и высокая комбинационная способность. Качественные показатели являются наиболее удобными для анализа, которые при относительно несложном измерении являются важным составным элементом в формировании интегрального показателя урожайности растений [7,4]. Однако какой бы ценной не была сама линия, использование ее в семеноводстве требует высокой урожайности зерна самой линии. Поэтому очень важна оценка нового исходного материала на его продуктивность.

Цель исследования – изучение самоопыленных линий кукурузы на зерновую продуктивность в условиях Ставропольского края, а также выделение наиболее урожайных.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2022-2023гг. на полях ФГБНУ ВНИИ кукурузы. В качестве материала для исследований послужили 10 новых самоопыленных линий кукурузы средне-ранней группы. Все линии с высокой комбинационной способностью. Выделение линий с высокими значениями комбинационной способности позволяет, значительно сократить объём работ по гибридизации, не снижая его результативность [1]. Путем отбора среди большого числа потомства самоопыленных семей можно получить достаточно продуктивные линии [10,5]. Продуктивность инцухт - линий является важным показателем при создании гибридных комбинаций. Это наследуемый признак, который состоит из количества элементов, та-

ких как число початков на одном растении, длина и диаметр початка, число рядов зерен, количества зерен в початке, масса початка, вес 1000 зерен и др. [8].

В течение 2022-2023 годов было проведено сортоиспытание данного материала по типу контрольного питомника. Агротехника в опыте общепринятая для выращивания зерновых культур. Методика исследований соответствовала требованиям государственного сортоиспытания [2]. Учетная площадь делянки 9,8 м², повторность трехкратная. Посев и уборка проводились вручную с последующим обмолотом и взвешиванием зерна с делянки.

Погодные условия за время проведения исследований существенно различались по количеству выпавших осадков. В 2022г. за вегетационный период выпало 234,9мм осадков, что на 50мм ниже средней многолетней. 2023г. был достаточно влажный (322,4мм), причем основная часть осадков пришлось на май – июль, что создало благоприятные условия для роста и развития кукурузы. По среднесуточной температуре особых различий не было. В 2022г. среднесуточная температура воздуха за вегетационный период составила 20,1⁰ С, а в 2023г. 20,2⁰ С.

Результаты исследований и их обсуждение

Образцы изучаемых линий представлены тремя подвидами: кремнистые, зубовидные и промежуточного типа. По длине периода от всходов до цветения все линии относятся к среднеранней группе спелости. Стандартом является линия РС 201 у которой этот период составляет 69-71 день. Вегетационный период остальных линий тоже в этих пределах +,- один день. Морфо-биологические признаки за два года изучения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Морфо-биологические признаки линий кукурузы 2022-2023 гг.

Линии	Консистенция зерна	Период всходы-цветение початка, дн	Морфологические признаки		Количество початков на одном растении	Вес одного початка, гр	Вес 1000з
			высота растения, см	высота прикреплёния початка, см			
РС 201	зубовидная	69-71	155-160	55-60	1,0	62,6	218,0
Л 8216	зубовидная	70-71	165-170	55-60	1,1	76,4	197,7
Л 5143	кремнистая	70-71	125-130	35-40	1,0	67,6	250,0
Л 9343	промежуточная	69-71	135-140	40-45	1,0	73,2	195,2
Л 0346	промежуточная	69-70	150-155	55-60	1,1	56,1	240,3
Л 1251	зубовидная	68-69	165-170	55-60	1,1	70,1	232,0
Л 1351	промежуточная	69-70	165-170	45-50	1,0	70,6	192,8
Л 1150	кремнистая	67-68	140-145	45-50	1,2	66,6	232,0
Л 9205	зубовидная	68-69	165-170	40-45	1,0	74,5	212,0
Л 1237	зубовидная	68-69	140-145	40-45	1,1	69,5	224,0

Так, в таблице 1 приведено морфо-биологическое описание линий за два года изучения. Наиболее высокорослыми можно считать линии Л8216, Л1251, Л1351 и Л9205, высота растений составляет 165-170см. С высоким прикреплёнием початка (55-60см) РС201, Л8216, Л0346 и Л1251. Вес одного початка самый большой у линий Л8216 (76,4гр), Л9205 (74,5гр) и Л9343 (73,2гр). Масса 1000 зерен сильно изменяется под влиянием погодных условий, но несмотря на это она относится к числу структурных элементов урожайности кукурузы. В таблице 1 приведён средний показатель по двум годам исследований. Варьирование массы 1000 зерен находилось в пределах от 192,8 до 250,0 гр. Самый высокий показатель у Л5143, Л0346, Л1251 и Л1150.

Анализ урожайности зерна самоопыленных линий кукурузы показал различия как по годам исследования, так и в среднем за два года (таб.2).

Таблица 2. Урожайность зерна среднеранних линий кукурузы 2022-2023гг.

линии	Урожайность зерна т/га		
	2022	2023	Среднее
РС 201	2,7	2,9	2,8
Л 8216	3,7	3,9	3,8
Л 5143	2,9	3,1	3,0
Л 9343	3,9	4,6	4,3
Л 0346	2,9	3,6	3,2
Л 1251	3,7	4,8	4,2
Л 1351	3,1	3,3	3,2
Л 1150	3,8	4,0	3,9
Л 9205	4,1	4,0	4,0
Л 1237	2,5	3,3	2,9
Среднее по опыту	3,3	3,7	
НСР	0,57		

Изучаемые линии сильно различались между собой по урожайности зерна, так в среднем за годы исследований максимальная урожайность зерна была в пределах 4,3-4,2 т/га, а минимальная 2,8-2,9 т/га. Максимальная урожайность в опыте среди линий была у Л 9343 и составила 4,3 т/га. В более благоприятный 2023 год урожайность этой линии достигала 4,6 т/га. С такими же высокими показателями Л 1251, ее урожай в среднем по двум годам составил 4,2 т/га., а по 2023 году 4,8 т/га. Линия Л 9205 по двум годам показала урожай зерна 4,1-4,0 т/га. Урожайность такого уровня является очень высоким показателем для линейного материала. Именно эти линии могут послужить ценным исходным материалом для создания высокоурожайных гибридов. Самый низкий урожай у линий РС201и Л 1237, он составил в среднем за два года 2,8 - 2,9 т/га. В 2023 году все изучаемые линии показали урожай зерна выше, чем в 2022г. Вовремя выпавшие осадки в сочетании с температурным режимом послужили благоприятным фоном для роста и развития кукурузы.

Выводы

1. Проведя двухгодичные сортоиспытания новых самоопыленных линий кукурузы, нам удалось выделить ценный исходный материал.
2. По признаку урожайность зерна были выделены линии Л 9343, Л 1251, Л 9205, способные давать от 3,7 до 4,8 т/га зерна независимо от года выращивания. Этим линиям нужно уделить большое внимание при создании высокоурожайных гибридов кукурузы среднеранней группы спелости.

Список источников

1. Губин С.В. Комбинационная способность по урожайности инбредных линий кукурузы Сибирского филиала ВНИИК / С.В. Губин, А.М. Логинова, Г.В. Гетц // Вестник Омского государственного университета. 2023. № 2. С. 16-24.
2. Гульяшкин А.В. Оценка и отбор нового исходного материала для селекции ранне-спелых гибридов кукурузы / А.В. Гульяшкин, С.С Анашенков, Д.В. Варламов // Сборник научных трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко. 2014. С. 260-268.
3. Ильин В.С., Логинова А.М., Гетц Г.В. Оценка коллекции инбредных линий кукурузы в условиях Омской области // Успехи современного естествознания. 2018. № 7. С. 48-53.
4. Зайцев С.А., Волков Д.П. Комбинационная способность линий по элементам структуры урожая //Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвя-

щенной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов. 2022. С. 117-122.

5. Мелихов В.В. Теория и практика возделывания кукурузы на зерно в ЦЧО и Поволжье. Москва, 2004. С. 174.

6. Нижимбере Жилбер, Супрунов А.И. Селекционная ценность новых линий кукурузы // Кубанский ГАУ. 2022. № 178(04). С. 77-96.

7. Новичихин А.П., Лемешев Н.А., Гульняшкин А.В. Изучение комбинационной способности новых раннеспелых линий кукурузы // Рисоводство. 2019. №1(42). С. 54-57.

8. Панфилова О.Н. Исходный материал для селекции кукурузы на засухоустойчивость / О.Н. Панфилова, Е.В. Чугунова, С.Н. Дерунова // Аграрный научный журнал. 2020. № 2. С. 29-37.

9. Перевязка Д.С., Перевязка Н.И., Супрунов А.И. Изучение общей комбинационной способности новых раннеспелых и среднеранних автодиплоидных линий кукурузы в условиях центральной зоны Краснодарского края // Рисоводство. 2021. №1. С. 43-47.

10. Сотченко Ю.В. Изучение новых инбредных линий кукурузы селекции ВНИИК / Ю.В. Сотченко, Л.А. Галговская, О.В. Теркина, А.Н. Романова, А.Ю. Поздняков, Е.В. Жиркова // Кукуруза и сорго. 2019. №1 С. 30-34.

References

1. Gubin S.V. Combinational ability in yield of inbred corn lines of the Siberian branch of the Higher Research Institute. S.V. Gubin, A.M. Loginova, G.V. Getz. Bulletin of Omsk State University, 2023, no. 2, pp. 16-24.

2. Gulnyashkin A.V. Evaluation and selection of new source material for breeding early-ripe corn hybrids. A.V. Gulnyashkin, S.S. Anashenkov, D.V. Varlamov. Collection of scientific papers in honor of the 100th anniversary of the founding of the Krasnodar Research Institute named after P.P. Lukyanenko, 2014, pp. 260-268.

3. Ilyin V.S., Loginova A.M., Getz G.V. Evaluation of the collection of inbred maize lines in the conditions of the Omsk region. Successes of modern natural science, 2018, no. 7, pp. 48-53.

4. Zaitsev S.A., Volkov D.P. Combinational ability of lines by elements of the crop structure. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 135th anniversary of the birth of Academician N.I. Vavilov. Saratov, 2022, pp. 117-122.

5. Melikhov V.V. Theory and practice of corn cultivation for grain in the Central and Volga regions. Moscow, 2004. 174 p.

6. Nizhimber Gilber, Suprunov A.I. Breeding value of new corn lines. Kuban State Agricultural University, 2022, no. 178(04), pp. 77-96.

7. Novichikhin A.P., Lemeshev N.A., Gulnyashkin A.V. Studying the combinational ability of new early-maturing maize lines. Rice growing, 2019, no. 1(42), pp. 54-57.

8. Panfilova O.N. Source material for corn breeding for drought resistance. O.N. Panfilova, E.V. Chugunova, S.N. Dergunova. Agrarian Scientific Journal, 2020, no. 2, pp. 29-37.

9. Perevyazka D.S., Perevyazka N.I., Suprunov A.I. Study of the general combinational ability of new early-ripening and mid-early autodiploid maize lines in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory. Rice farming, 2021, no. 1, pp. 43-47.

10. Sotchenko Yu.V. The study of new inbred corn lines of VNIIC breeding. Yu.V. Sotchenko, L.A. Galgovskaya, O.V. Terkina, A.N. Romanova, A.Yu. Pozdnyakov, E.V. Zhirkova. Corn and sorghum, 2019, no. 1, pp. 30-34.

Информация об авторах

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

О.В.Теркина – старший научный сотрудник отдела селекции;

А.Н.Романова – младший научный сотрудник отдела селекции;

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

Information about the authors

L.A. Galgovskaya – Senior researcher at the department of selection;

O.V. Terkina – Senior researcher at the department of selection;

A.N. Romanova – Junior research assistant at the department of selection;

E.A. Konareva – Senior researcher at the department of selection;

Научная статья
УДК634:836:631
DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-78-84

ВЛИЯНИЕ ЦИНКОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА ВЫХОД САЖЕНЦЕВ ПЕРСПЕКТИВНОГО СОРТА ЯБЛОНИ

Лабазанов Исрапил Израилович¹, Хамурзаев Салман Магомедович²✉

¹Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Чеченская Республика, Грозный, Россия

²Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова, Чеченская Республика, Грозный, Россия

¹labazanov555@mail.ru

²salman-x1959@mail.ru✉

Аннотация. В статье представлены результаты исследований 2020-2021 годов по изучению влияния в маточных насаждениях яблони цинкового удобрения в смеси NPK на процессы регенерации и выход первосортных саженцев из школки. Опыт заложен на черноземе карбонатном, среднемощном суглинистом на суглинке в научно-производственной фирме «Сады Чечни» Гудермесского района Чеченской Республики в соответствии с методикой проведения исследования в садоводстве (2005 г). В качестве объекта был использован сорт яблони Флорина, привитый на слаборослом подвое М9. Схема опытов на маточных насаждениях (подвой и привой) включала три варианта: 1) контроль (без удобрения); 2) N₆₀ P₆₀ K₆₀ и 3) N₆₀ P₆₀ K₆₀ в смеси с 2 кг/га цинка. Обогащение традиционных минеральных удобрений микроэлементами повышают их эффективность. При этом увеличивается прирост первосортных саженцев и количество образовавшихся корней. В черенках создается определенный углеводно-белковый баланс, способствующий каллюсообразованию, корнеобразованию и срастанию привоя с подвоем. Применение цинковых удобрений на фоне NPK оказало положительное влияние на выходе саженцев из школки и их качестве. Самый высокий выход саженцев, по данным за 2 года действия удобрений, отмечен в варианте с внесением цинка на фоне NPK: он был выше контроля на 33,3-40,7%.

Ключевые слова: яблоня, привой, подвой, саженцы, цинковые удобрения, маточник, школка

Для цитирования: Лабазанов И.И., Хамурзаев С.М. Влияние цинковых удобрений на выход саженцев перспективного сорта яблони // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 78-84. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-78-84>.

Original article

THE EFFECT OF ZINC FERTILIZERS ON THE YIELD OF SEEDLINGS OF A PROMISING APPLE VARIETY

Israpil I. Labazanov¹, Salman M. Hamurzaev²✉

¹Chechen Scientific Research Institute of Agriculture, Chechen Republic, Grozny, Russia

²Kadyrov Chechen State University, Chechen Republic, Grozny, Russia

¹labazanov555@mail.ru

²salman-x1959@mail.ru✉

Abstract. The article presents the results of research in 2020-2021 to study the effect of zinc fertilizer in a mixture of NPK on regeneration processes and the output of first-class seedlings from the school in the mother apple plantations. The experience was based on carbonate chernozem, medium-sized loam on loam in the scientific and production company "Gardens of Chechnya" of the Guderme district of the Chechen Republic in accordance with the methodology of research in horticulture (2005). The Florina apple variety grafted on a low-growing M9 rootstock was used as an object. The scheme of experiments on uterine plantations (rootstock and graft) included three options: 1) control (without fertilizer); 2) N60 P60 K60 and 3) N60

P60 K60 mixed with 2 kg/ha of zinc. The enrichment of traditional mineral fertilizers with trace elements increases their effectiveness. At the same time, the growth of first-class seedlings and the number of formed roots increases. A certain carbohydrate-protein balance is created in the cuttings, which promotes callus formation, root formation and fusion of the scion with the rootstock. The use of zinc fertilizers against the background of NPK had a positive effect on the yield of seedlings from the school and their quality. The highest yield of seedlings, according to data for 2 years of fertilizer action, was noted in the variant with the addition of zinc against the background of NPK: it was higher than the control by 33.3-40.7%.

Keywords: *apple tree, graft, rootstock, seedlings, zinc fertilizers, queen bee, school*

For citation: *Labazanov I.I., Hamurzaev S.M. The effect of zinc fertilizers on the yield of seedlings of a promising apple variety. Agro-industrial technologies of Central Russia, 2024, no. 3(33), pp. 78-84. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-78-84>.*

Введение

Сады закладываются слаборослыми деревьями с ограниченной скелетной частью, рано вступающими в плодоношение, высокопродуктивными с превосходными вкусовыми и товарными качествами плодов. Такие технологии возделывания плодовых культур требуют большого количества высококачественного посадочного материала. Реконструкция насаждений в специализированных хозяйствах, закладка насаждений на приусадебных участках, формирование новых фермерских хозяйств – все эти явления приводят к увеличению спроса на саженцы новых продуктивных перспективных сортов плодовых и ягодных культур [10, 11].

Сбалансированное питание растений лежит в основе получения высоких и, что особенно актуально в настоящее время, качественных урожаев. По данным многих исследователей именно применение удобрений обеспечивает более половины прироста растениеводческой продукции в России. На усвоение элементов питания растениями большой отпечаток накладывают погодно-климатические условия региона.

Особенности строения и расположения корневой системы, характер питания растений, его обмен веществ, соответственно, поглощение и транспорт элементов питания по растению, распределение ассимилятов между органами растения (надземная часть и корневая система) находятся в определенной зависимости от физиологической специфики сортов и подвоев плодовых растений [7].

В современных условиях, когда рынок пестрит новыми препаратами, производимыми фирмами и предприятиями различных форм собственности, приоритетным остается использование удобрений с макро- и микроэлементами. Потребность в такого рода удобрениях возрастает при применении технологии экологизированного производства посадочного материала яблони.

Интенсификация плодоводства в Российской Федерации, производство плодов по технологиям ресурсосбережения, экологической и экономической целесообразности является решающей задачей в деятельности агропромышленного комплекса регионов. Среди технологических задач оптимизация питания плодовых растений одна из ведущих.

Условия питания плодовых деревьев являются важнейшим фактором, регулирующим рост, плодоношение, качество плодов и их сохранность.

Современные интенсивные технологии возделывания плодовых культур требуют большого количества высококачественного посадочного материала. Крупные садоводческие хозяйства постоянно ведут реконструкцию насаждений, вокруг населенных пунктов, появляется все больше приусадебных и дачных участков, фермерских хозяйств, что значительно увеличивает спрос на саженцы перспективных сортов плодовых и ягодных культур. Удовлетворить эти потребности может широкое применение новых технологий выращивания посадочного материала с учетом биологических особенностей плодовых и ягодных растений, обеспечивающих высокую эффективность их размножения. Питомниководство на современном этапе является наиболее выгодной из всех отраслей садоводства, а его продукция – самой дорогой и высокорентабельной. [10, 11].

Минеральное питание — один из основных регулируемых факторов, используемых для целенаправленного управления ростом и развитием растений с целью создания продукции высокого качества. Именно не урожайность и получение экологически чистой продукции может быть осуществлено не отказом от применения удобрений и других средств химизации, а рациональным их использованием, строгим соблюдением доз, сроков и способов внесения.

Около 50 % прироста растениеводческой продукции в России обеспечивается за счет применения удобрений и прежде всего за счет сбалансированного минерального питания. [8, 9].

Одним из факторов высокоэффективного ведения садоводства является получение высококачественного посадочного материала методом вегетативного размножения на фоне полноценного минерального питания растений яблони в питомнике. Наряду с макроэлементами, такими как азот, фосфор и калий, растениям требуются микроэлементы, однако несмотря на незначительное содержание их органах и тканях (в тысячных или даже стотысячных долях процента от массы сырого вещества), микроэлементы играют существенную и многогранную роль в жизнедеятельности растительного организма и не менее важную, чем макроэлементы. При этом потребление микроэлементов плодовыми культурами выше, чем у остальных растений. Большую роль в жизнедеятельности яблони играют железо, бор, марганец, цинк и другие. Но чаще всего на плодовых культурах наблюдается недостаток цинка [4, 9, 10].

Одним из основных методов вегетативного размножения яблони в зоне заражения вредителями и болезнями является настольная прививка. Успех ее зависит от физиологического состояния привоя и подвоя, которое обуславливается в значительной степени питанием маточных растений [2,4, 7].

В литературе имеются сведения о влиянии режима питания маточных насаждений на регенерационную способность черенков при прививке. Однако во всех исследованиях удобрения применялись только на одном из компонентов (подвой или привой) [1, 5, 6].

В связи с этим нами проведено изучение влияния условий питания одновременно маточников подвоя и привоя на процессы регенерации и выход первосортных саженцев из школки.

Целью исследования являлось изучение влияния условий питания маточников подвоя и привоя на процессы регенерации и выход первосортных саженцев из школки.

Материалы и методы исследований

Работу выполняли в 2020-2021 гг. в базовом плодopитомнике НПФ «Сады Чечни» Гудермесского района Чеченской Республики согласно методике проведения исследований в садоводстве [3].

Объект исследования – яблоня сорта Флорина, привитая на слаборослом подвое М9. Почва опытного участка – чернозем карбонатный, среднemocный суглинистый на суглинке. Схема опытов на маточных насаждения (подвой и привой) включала три варианта: 1) контроль (без удобрения); 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ и 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$ в смеси с 2 кг/га цинка. Удобрения вносили рано весной, до распускания почек, посередине междурядий, на глубину 30-35 см. Между опытными рядами оставляли два защитных. Заготовленные с осени черенки весной прививались в девяти сочетаниях. Следовательно, при прививке и в школке схема опытов состояла из девяти вариантов.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате эксперимента нами установлено, что под воздействием удобрений в однолетних побегах увеличивается содержание углеводов, а также азота, особенно его белковой фракции. В результате в черенках создается определенный углеводно-белковый баланс, способствующий каллюсообразованию, корнеобразованию и срастанию привоя с подвоем.

Ход процессов регенерации прививаемых компонентов на первых этапах срастания прививок яблони определяется каллюсообразованием, которое проходит при определенных условиях температуры, влажности, доступа кислорода. Более активно оно протекает в черенках, богатых питательными веществами. Известно также положительное влияние на энергию каллюсообразования азота и цинка, который способствует усилению клеточных делений.

Результаты учета образования каллюса и зачатков корней у прививок яблони во время стратификации в зависимости от режима питания маточников привоя и подвоя приведены в таблице 1.

Из них видно, что определенное различие между ними наблюдается уже на ранних стадиях развития.

Таблица 1. Каллюсо- и корнеобразование на прививках яблони под влиянием удобрений

Вариант		2020		2021	
привой	подвой	% прививок с круговым каллюсом на подвое и привое	% прививок с корнями	% прививок с круговым каллюсом на подвое и привое	% прививок с корнями
Контроль	Контроль	66	37	71	40
Контроль	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	73	38	75	43
Контроль	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ 2 кг/га Zn	69	43	73	46
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	70	39	71	39
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	75	37	79	48
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ 2 кг/га Zn	86	41	83	52
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ 2 кг/га Zn	Контроль	75	42	76	43
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ 2 кг/га Zn	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	89	48	85	55
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ 2 кг/га Zn	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ⁺ 2 кг/га Zn	91	56	90	55

Так, наиболее высокий процент прививок с круговым каллюсом на подвое и привое как в 2020, так и в 2021 гг (90-91%) отмечен в варианте с внесением цинковых удобрений на фоне основных на обоих маточниках. В варианте, где прививались контрольные черенки, круговой каллюс был у 66-71% прививок. При исключении цинка из смеси удобрений энергия каллюсообразования высокая, но лишь на 13,6-11,3% выше контроля. Удобрение цинком одного из компонентов способствует каллюсообразованию, но в меньшей степени, чем обоих. Корнеобразование на прививках также проходило по-разному в опытных вариантах и в контроле. Наибольшее количество зачаточных корешков наблюдалось при удобрении обоих компонентов цинком в смеси с NPK. При этом количество прививок с корнями было на 37,5-51,3% выше, чем в контроле, что объясняется повышенным содержанием питательных веществ в черенках.

Опыты показали также, что различное сочетание привоя и подвоя сказывается на выходе саженцев из школки и их качестве (таблица 2).

Таблица 2. Выход первосортных привитых саженцев яблони из школки и их качество под влиянием удобрений

Вариант		2020			2021		
привой	подвой	выход саженцев, %	кол-во корней, шт.	прирост привоя, см ³	выход саженцев, %	кол-во корней, шт.	прирост привоя, см ³
Контроль	Контроль	27	6,6	5,0	36	6,5	7,0
Контроль	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29	7,1	5,5	36	6,8	8,1
Контроль	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 2 кг/га Zn	28	7,0	5,4	38	7,0	8,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Контроль	28	7,2	5,8	37	6,3	7,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	32	7,8	6,2	44	8,5	10,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 2 кг/га Zn	35	8,5	7,0	45	10,2	11,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 2 кг/га Zn	Контроль	29	7,3	6,0	39	7,6	9,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 2 кг/га Zn	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	36	8,3	6,9	45	9,4	10,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 2 кг/га Zn	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 2 кг/га Zn	38	9,1	7,1	48	11,0	12,1

Самый высокий выход саженцев, по данным за два года действия удобрений, отмечен в варианте с внесением цинка на фоне NPK: он был выше контроля на 33,3-40,7%.

Следует отметить, что при любом сочетании, где один или оба из компонентов получали дополнительное питание еще в маточных насаждениях полными или цинковыми удобрениями на фоне NPK, выход первосортных саженцев выше, чем в контроле.

Во всех вариантах, где для прививки использовались черенки привоя и подвоя от удобренных растений, прирост саженцев и количество образовавшихся корней были выше, чем при использовании черенков с неудобренных участков.

Выводы

1. Таким образом, для увеличения выхода первосортных саженцев из школки и улучшения их качества следует создавать оптимальный режим питания на маточниках подвоя и привоя с помощью удобрений. Их следует вносить до распускания почек, посередине междурядий на глубину 30-35 см в дозе: азот, фосфор и калий – по 60 кг и цинк – 2 кг действующего вещества на гектар.

2. Также установлено положительное влияние на энергию каллюсообразования азота и цинка, который способствует усилению клеточных делений.

Список источников

1. Бобылев Д. В. Оптимизация минерального питания в маточнике и питомнике // Научные основы устойчивого садоводства России. Мичуринск, 2009. С. 123-127.

2. Бузоверов А. В., Дорошенко Т. Н., Рязанова Л. Г. Южное плодоводство: почвенная агротехника, удобрение, орошение: учеб. пособие. Издательство «Лань», 2017. 128 с.
3. Волков Ф. А. Методика исследований в садоводстве. Москва: ВСТИСП, 2005. 94 с.
4. Глухих М. А. Агрохимия: учеб. пособие для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 120 с.
5. Ефимова И. Л., Дрофичева Н. В. Высокоадаптивные подвои яблони для аридного садоводства // Инновационное развитие аграрного производства на аридных территориях. Москва: Изд-во «Вестник РАСХН», 2010. С. 266-270.
6. Зеленская Е. Д., Кардиналовская Р. И. Диагностика потребности плодовых культур в элементах питания // Химия в сельском хозяйстве. 2008. № 2. С. 69-72.
7. Кузнецова А. П., Ефимова И. Л., Шеглов С. Н. Оценка продуктивности сортов яблони на различных подвоях // Высокоточные технологии производства, хранения и переработки плодов и ягод (материалы Международной научно-практической конференции, 7-10 сентября 2010 г). Краснодар: ГНУ СКЗ НИИСиВ, 2010. С. 79-85.
8. Мовчан Н. Ф. Диагностика питания и продуктивность яблони при разных методах определения потребности в удобрениях // Питание плодовых растений: Сб. науч. тр. Москва, 2016. С. 17-18.
9. Попова В. П., Фоменко Т. Г. Питание яблони при капельном орошении на черноземных почвах // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. №4. С. 47-48.
10. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н., Кизинек С. В. Агрохимические основы применения удобрений. Майкоп: ОАО «Полиграф ЮГ», 2013. 571 с.
11. Шеуджен А. Х. Агрохимия. Ч. 4. Фундаментальная агрохимия: учеб. пособие. Краснодар: КубГАУ, 2016. 529 с.

References

1. Bobylev D. V. Optimization of mineral nutrition in the motherhouse and nursery. Scientific foundations of sustainable horticulture in Russia. Michurinsk, 2009, pp. 123-127.
2. Buzoverov A.V., Doroshenko T. N., Ryazanova L. G. Southern fruit growing: soil agronomy, fertilizer, irrigation: textbook. stipend. Lan Publishing House, 2017. 128 p.
3. Volkov F. A. Research methodology in horticulture. Moscow: VSTISP, 2005. 94 p.
4. Glukhikh M. A. Agrochemistry: studies. a manual for universities. St. Petersburg: Lan, 2022. 120 p.
5. Efimova I. L., Droficheva N. V. Highly adaptive apple rootstocks for arid farming. Innovative development of agricultural production in arid territories. Moscow: Publishing house «Bulletin of RASKHN», 2010, pp. 266-270.
6. Zelenskaya E. D., Kardinalovskaya R. I. Diagnostics of the need of fruit crops in food elements. Chemistry in agriculture, 2008, no. 2. pp. 69-72.
7. Kuznetsova A. P., Efimova I. L., Sheglov S. N. Assessment of productivity of apple varieties on various rootstocks. High-precision technologies for the production, storage and processing of fruits and berries (materials of the International Scientific and Practical Conference, September 7-10, 2010). Krasnodar: GNU SKZ NIISiV, 2010, pp. 79-85.
8. Movchan N. F. Diagnostics of nutrition and productivity of apple trees with different methods of determining the need for fertilizers. Nutrition of fruit plants: Collection of scientific tr. Moscow, 2016, pp. 17-18.
9. Popova V. P., Fomenko T. G. Nutrition of apple trees under drip irrigation on chernozem soils. Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 2009, no.4, pp. 47-48.
10. Sheudzhen A. H., Bondareva T. N., Kizinek S. V. Agrochemical bases of fertilizer application. Maikop: JSC «Polygraph SOUTH», 2013. 571 p.
11. Sheudzhen A. H. Agrochemistry. Part 4. Fundamental agrochemistry: textbook. stipend. Krasnodar: KubGAU, 2016. 529 p.

Информация об авторах

И.И. Лабазанов – младший научный сотрудник лаборатории садоводства;

С.М. Хамурзаев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агротехнологий.

Information about the authors

I.I. Labazanov – Junior research assistant at the horticulture laboratory;

S.M. Khamurzaev – Candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agrotechnology.

Научная статья

УДК 631.95

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-85-91

ВЛИЯНИЕ ИНСЕКТОАКАРИЦИДА «ФУФАНОН-НОВА» НА БИОМАССУ КРЕСС-САЛАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОЧВЫ

Петренко Анна Петровна¹✉

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

¹evty98@mail.ru✉

Аннотация. Цель исследования состояла в том, чтобы рассмотреть влияние типа почв на состояние кресс-салата при внесении инсектоакарицида «ФУФАНОН-НОВА». Для исследования был заложен вегетативный опыт. Содержание хлорофилла, сумму каротиноидов и пигментов определяли фотометрическим методом. Математическую обработку проводили с помощью дисперсионного анализа. Научная новизна работы заключается в том, что были получены новые научные данные о влиянии инсектоакарицида «ФУФАНОН-НОВА» на развитие кресс-салата в разных типах почвы. В ходе визуального осмотра было выявлено, что при произрастании кресс-салата в образцах почвы проростки пожелтели во всех вариантах, однако в темно-серой лесной почве произошли наибольшие изменения, некоторые образцы завяли. При исследовании сухой и зеленой массы, содержания пигментов было обнаружено, что меньше всего отреагировал кресс-салат, высаженный на почву яблоневое сада 1972 года закладки. Разница образования сухого вещества между обработанными образцами и контролем была наиболее показана в почве лесного массива (в 3,2 раза). Средний результат между исследуемыми образцами был показан в почве сада 1986 года закладки (в 1,7 раза). В почве сада 1972 года разницы не обнаружилось.

Ключевые слова: биоиндикация, инсектицид, кресс-салат, чернозем оподзоленный, серая лесная почва

Для цитирования: Петренко А.П. Влияние инсектоакарицида «ФУФАНОН-НОВА» на биомассу кресс-салата в зависимости от типа почвы // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 85-91. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-85-91>.

Original article

THE EFFECT OF THE INSECTICIDE «FUFANON-NOVA» ON THE BIOMASS OF WATERCRESS, DEPENDING ON THE TYPE OF SOIL

Anna P. Petrenko¹

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

¹evty98@mail.ru

Abstract. The purpose of the study was to consider the influence of soil type on the state of watercress when applying the insectoacaricide "FUFANON-NOVA". Vegetative experience was used for the study. The chlorophyll content, the amount of carotenoids and pigments were determined by the photometric method. Mathematical processing was carried out using analysis of variance. The scientific novelty of the work lies in the fact that new scientific data were obtained on the effect of the insectoacaricide "FUFANON-NOVA" on the development of watercress in different types of soil. During a visual inspection, it was revealed that when watercress grew in soil samples, the seedlings turned yellow in all variants, but in the dark gray forest soil the greatest changes occurred, some samples withered. When studying dry and green mass and pigment content, it was found that watercress planted on the soil of an apple orchard planted in 1972 reacted least of all. The difference in the formation of dry matter between the treated samples and the control was most evident in the forest soil (3.2 times). The average result between the studied samples was shown in the soil of the garden planted in 1986 (1.7 times). No difference was found in the soil of the 1972 garden.

Keywords: bioindication, insecticide, watercress, podzolized chernozem, gray forest soil

For citation: Petrenko A.P. The effect of the insecticide «FUFANON-NOVA» on the biomass of watercress, depending on the type of soil. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 3(33), pp. 85-91. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-85-91>.

Введение

В Центрально-Черноземном районе развито сельское хозяйство. Для сбора большого урожая применяют разнообразные добавки и пестициды, которые защищают растения от разнообразных вредителей [2, 3]. При внесении их в большом количестве, и накоплении в почве вредных веществ, начинает страдать качество продукции, что в итоге может привести к отравлению потребителя [5, 13-16]. Поэтому для обеспечения безопасности необходимо регулярно проводить мониторинг состояния почвы на наличие вредных веществ [1, 4].

Лабораторный анализ почв зачастую является дорогостоящим, долгим, и не всегда специализированная лаборатория находится рядом. Более дешевым и простым является биоиндикация состояния почв. Он заключается в том, как живые организмы реагируют на воздействие стрессоров [6, 8].

Наиболее распространёнными биоиндикаторами почв являются травянистые растения, которые эффективно реагируют на загрязнения и быстро растут. Одним из таких является кресс-салат. Он позволяет проводить эксперимент в течение двух недель на небольшой площади при минимальных затратах [9-12].

Целью данного исследования являлась оценка влияния инсектоакарицида «ФУФАНОН-НОВА» на кресс-салат, при его посадке в разные типы почвы.

Материалы и методы исследования

Полевые исследования проводились в яблоневом саду СПССПК «Тимирязевский» Долгоруковского района Липецкой области (схема посадки 6x4 м) и дубовом массиве Елецкого района (контроль), исследования – на базе Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина в 2023 – 2024 гг.

Для исследования был заложен вегетативный опыт [7]. В качестве биоиндикатора нами был использован кресс-салат раннеспелого сорта «Весенний». Он был выбран из-за того, что является однолетним травянистым растением. Это удобно для данного исследования тем, что данный сорт обладает хорошей всхожестью в течение 3-4 дней, быстро прорастает, обладает повышенной чувствительностью к загрязнению почвенного покрова [2].

Использовались лампы Uniel ULI-P20-18W/SPSB IP40 WHITE COMPLEMENT с фиолетовым свечением. Его основное применение – ускорение роста рассады и стимулирование цветения.

Для закладки опыта использовалась почва трех видов: 2 варианта из садов разных лет закладки и из лесного массива:

1. Почва из яблоневых садов 1972 г. (52 г.) и 1986 г. (38 лет) - чернозём оподзоленный. Сады были заложены на сильнорослом подвое по схеме 6x4 м. Сорт Штрейфлинг. Между рядами содержались под чёрным паром. Содержание гумуса 5-6%. Чем старше сад, тем гумуса в нем больше.

2. Почва из лесного (дубового) массива – темная серая лесная. Почва очень близка по свойствам к чернозёму оподзоленному, поэтому была взята как контроль. Содержание гумуса 4%.

При отборе почв для вегетативного опыта, ее влажность составляла 30%.

Используемый агрохимикат: фосфоорганический инсектоакарицид широкого спектра действия «ФУФАНОН-НОВА» - водная эмульсия (440 г\л малатиона).

Введение препарата проводилось в прикорневую зону путем полива с расходом рабочего раствора 2 л/га. Опытные растения были посажены в пластиковые сосуды, которые содержали по 320 г. почвы. В них вносилось по 30 мл готового раствора препарата. Всего сосудов – 45 штук. Повторность опыта четырехкратная.

Статистическая обработка данных проводилась дисперсионным анализом с помощью программы STAT.

При закладке опыта и проведении учетов использовались следующие методики:

1. Отбор проб почвы проводили согласно методическим указаниям В.В. Церлинга и Л.А. Егоровой [8].
2. Биоиндикация почвы проводилась с помощью вегетационного опыта.
3. Содержание хлорофилла, сумму каротиноидов и пигментов определяли фотометрическим методом.
4. Математическую обработку проводили по методике Б.А. Доспехова [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Прежде чем вносить препарат, были изучены такие показатели, как: минимальная и максимальная длина ростка, количество пигментов, их средний показатель по видам почв.

Средний показатель пигментов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Содержание пигментов в листьях кресс-салата

Тип почвы	Хлорофилл А, мг%	Сумма каротиноидов, мг%	Сумма всех пигментов, мг%	Бонитет, баллы
Чернозем оподзоленный (яблоневого сада 1972 г.)	24,05	14	48	82,0
Чернозем оподзоленный (яблоневого сада 1986 г.)	28,6	15,9	50	78,0
Темная серая лесная (лесной массив)	29,8	16,05	52,1	65,0

При анализе таблицы можно сделать вывод, что:

- 1) получена существенная разница по хлорофиллу А между почвами сада 1972 года закладки и лесного массива;
- 2) по сумме всех каротиноидов между всеми образцами разница существенна;
- 3) по сумме всех пигментов разница не существенна, но прослеживается тенденция к увеличению пигмента к самой неплодородной.

Из приведенных данных, можно сделать вывод, что почва, взятая из сада 1972 года закладки, наиболее богата элементами, необходимыми для растений, а также наиболее буферная, чем остальные. Поэтому у кресс-салата из данного образца образовалось меньше пигментов, что является показателем отсутствия стресса у растения.

После закладки второго опыта и прорастания семян была рассчитана дозировка и внесен препарат «ФУФАНОН-НОВА». Были отобраны образцы для контроля в каждом виде почв, в которые препарат не вносился. Наблюдения проводились в течение месяца.

Применение инсектоакарицида «ФУФАНОН-НОВА» привело к тому, что наблюдалось пожелтение кресс-салата, особенно прослеживалась интенсивность пожелтения с уменьшением возраста сада в контрольном варианте (темная, серая, лесная). Сравнение показано на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, представленные образцы с внесенным инсектицидом сильно отличаются от контроля тем, что большинство проростков кресс-салата сильно отреагировали на препарат и пожелтели, а в случае с лесной почвой – завяли.



Сад 1972 г. с внесенным инсектицидом

Сад 1972 г. контроль



Сад 1986 г. с внесенным инсектицидом

Сад 1986 г. контроль



Серая лесная с внесенным инсектицидом

Серая лесная контроль

Рисунок 1. Сравнение образцов с внесенным инсектицидом и контролем

При исследовании реакции кресс-салата на инсектоакарицид «ФУФАНОН-НОВА» мы изучили массу сухого вещества в опытных и контрольных образцах, посредством дисперсионного анализа провели сравнение сухой массы. Полученный результат показан в таблице 2.

Таблица 2. Сухая масса кресс-салата в зависимости от типа почвы и внесения инсектицида, г

Тип почвы	Инсектицид	Контроль	НСР _{0,5}
Чернозем оподзоленный (яблоневый сад 1972 г.)	25,3	23,9	3,9
Чернозем оподзоленный (яблоневый сад 1986 г.)	17,5	29,9	3
Темная серая лесная (лесной массив)	25	7,9	2,86

В яблоневом саду 1972 года разницы в массе нет, инсектицид не повлиял. Это говорит и том, что почва буферная, так как является старой, и впитала в себя средство. В 1986 наблюдаются существенные различия. Мало образовалось сухого вещества. При внесении ин-

сектицида меньше в 1,7 раз. В лесном массиве разница составила между обработанными растениями и контролем составила 3,2 раза.

Таблица 3. Зеленая масса крест-салата в зависимости от типа почвы и внесения инсектицида, г

Тип почвы	Инсектицид	Контроль	НСР _{0,5}
Чернозем оподзоленный (яблоневый сад 1972 г.)	1,39	0,95	0,47
Чернозем оподзоленный (яблоневый сад 1986 г.)	0,98	1,18	0,19
Темная серая лесная (лесной массив)	0,84	1,36	0,29

Исходя из полученных результатов в таблице 3, мы видим, что в почве яблоневого сада 1972 года закладки массы сухого вещества в опытном и контрольном образце отличается незначительно. Можно сделать вывод о том, что внесение инсектоакарицида «ФУФАНОН-НОВА» не повлияло на растения.

В опыте с почвой яблоневого сада 1986 года закладки разница уже существенна. Наблюдается отставание в росте, растения с инсектицидом весят меньше.

В почве из лесного массива разница наибольшая из всех представленных вариантов.

Выводы

1. При первом анализе, до внесения препарата, содержания пигментов в листьях кресс-салата было показано, что почва из яблоневого сада 1972 года наиболее буферная, чем все остальные, что сказалось на образовании наименьшего количества пигментов в связи с отсутствием стресса у растений.

2. Внесение инсектоакарицида «ФУФАНОН-НОВА» сильно повлияло на кресс-салат. Наблюдалось пожелтение листьев, а в почве дубового массива некоторые образцы завяли. При анализе сухой и зеленой массы меньшую разницу между обработанными образцами и контролем показала почва 1972 года, наибольшую – темная серая лесная.

3. Кресс-салат, который выращивался в почве яблоневого сада 1972 года, получил наименьший вред от внесения препарата, так как она наиболее богата элементами, необходимыми для растений, а также наиболее буферная и впитала в себя средство. Наибольший вред был получен в темной серой лесной почве.

Список источников

1. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Колос, 1976. 280 с.

2. Аникина Е. А. Кресс-салат как тест-объект для оценки состояния почв // Университетское образование: культура и наука: Материалы Международного молодежного научного форума, Ульяновск, 14-15 июня 2012 года // Ответственный редактор Шмакова А.П.. Том Часть II. Ульяновск: Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, 2012. С. 9-13.

3. Будыкина Т. А., Новикова Я. К. Оценка фитотоксичности почв биоиндикацией / Техника и технологии: пути инновационного развития: Сборник научных трудов 7-й Международной научно-практической конференции, Курск, 29-30 июня 2018 года // Ответственный редактор А.А. Горохов. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2018. С. 45-48.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 351 с.

5. Кожокина О. М., Тюмнева П. С. Исследование возможности использования кресс-салата как индикатора загрязненности окружающей среды // Исследование различных направлений современной науки: Сборник материалов VII-ой международной очно-заочной

научно-практической конференции, Москва, 14 ноября 2022 года. Том 2. Москва: Научно-издательский центр «Империум», 2022. С. 32-39.

6. Кубрина Л. В. Кресс-салат как тест-объект для оценки токсичности сточных вод // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 5(131).

7. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами: Сборник статей / Почв. ин-т им. В. В. Докучаева ; Отв. ред. чл.-кор. АН СССР А. В. Соколов и д-р с.-х. наук Д. Л. Аскинази. Москва: Наука, 1967. 183 с.

8. Методические указания по диагностике минерального питания яблони и других садовых культур // Сост. В.В. Церлинг, Л.А. Егорова. Москва: Колос, 1980. 47 с.

9. Саросек, В. Г. Метод биоиндикации - как один из методов анализа загрязнения почвы // Актуальные проблемы медицины: сборник материалов итоговой научно-практической конференции, Гродно, 28-29 января 2021 года. Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2021. С. 778-781.

10. Терещенко С. А., Бобков В. А. Оценка влияния «Агромикс ст» на рост и развитие микрорезлени кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) // Балтийский морской форум: Материалы XI Международного Балтийского морского форума. В 8-ми томах, Калининград, 25-30 сентября 2023 года. Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2023. С. 79-82.

11. Шлык А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. Москва: Наука, 1971. С. 154-170.

12. Ayoub N. et al. Evaluation of the phytotoxicity of a pesticide (TRACTOR 10E) based on Alpha-cypermethrin in two plant species: lentils (*Lens culinaris*) and watercress (*Lepidium sativum*) // Pollution. 2023. Vol. 9. No. 4. Pp. 1386-1395.

13. Bakhtiyarova K. N., Bakhodirova I. K., Temur-Kizi R. N. Bioindication and its importance in the conducting of ecological monitoring // European Science. 2018. No. 4 (36). Pp. 68-70.

14. Fränzele O. Complex bioindication and environmental stress assessment // Ecological indicators. 2006. Vol. 6. No. 1. Pp. 114-136.

15. Markert B. Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the environment // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2007. Vol. 21. Pp. 77-82.

16. Markert B. A., Breure A. M., Zechmeister H. G. Definitions, strategies and principles for bioindication/biomonitoring of the environment // Trace Metals and other Contaminants in the Environment. Elsevier, 2003. Vol. 6. Pp. 3-39.

References

1. Alexandrova L.N., Naidenova O.A. Laboratory and practical exercises in soil science. 3rd ed., reprint. and add. Leningrad: Kolos, 1976. 280 p.

2. Anikina E. A. Watercress as a test object for assessing the state of soils. University education: culture and science: Materials of the International Youth Scientific Forum, Ulyanovsk, June 14-15, 2012. The responsible editor is A.P. Shmakova. Volume Part II. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov, 2012, pp. 9-13.

3. Budykina T. A., Novikova Ya. K. Assessment of phytotoxicity of soils by bioindication. Engineering and technology: ways of innovative development: Collection of scientific papers of the 7th International Scientific and Practical Conference, Kursk, June 29-30, 2018. The responsible editor is A.A. Gorokhov. Kursk: Southwestern State University, 2018, pp. 45-48.

4. Dospekhov B.A. Methodology of field experience: 6th edition. Moscow: Alliance, 2011. 351 p.

5. Kozhokina O. M., Tyumneva P. S. Investigation of the possibility of using watercress as an indicator of environmental pollution. Research of various directions of modern science: Collection of materials of the VII-th international intramural scientific and practical conference, Moscow, November 14, 2022. Volume 2. Moscow: Scientific Publishing Center «Empire», 2022, pp. 32-39.

6. Kubrina L. V. Watercress as a test object for assessing the toxicity of wastewater. *International Scientific Research Journal*, 2023, no. 5(131).
7. Methodology of field and vegetation experiments with fertilizers and herbicides: Collection of articles. Soils. V. V. Dokuchaev Institute; Ed. chl.-cor. USSR Academy of Sciences A.V. Sokolov and Doctor of Agricultural Sciences D. L. Askinazi. Moscow: Nauka, 1967. 183 p.
8. Methodological guidelines for the diagnosis of mineral nutrition of apple trees and other fruit crops. Comp. V.V. Tserling, L.A. Egorova. Moscow: Kolos, 1980. 47 p.
9. Sarosek V. G. The bioindication method - as one of the methods of soil pollution analysis. Actual problems of medicine: collection of materials of the final scientific and practical conference, Grodno, January 28-29, 2021. Grodno: Grodno State Medical University, 2021, pp. 778-781.
10. Tereshchenko S. A., Bobkov V. A. Assessment of the influence of Agromix st on the growth and development of microgreens of watercress (*Lepidium sativum* L.). *Baltic Marine Forum: Proceedings of the XI International Baltic Marine Forum*. In 8 volumes, Kaliningrad, September 25-30, 2023. Kaliningrad: Kaliningrad State Technical University, 2023, pp. 79-82.
11. Shlyk A.A. Determination of chlorophyll and carotenoids in extracts of green leaves // *Biochemical methods in plant physiology*. Moscow: Nauka, 1971, pp. 154-170.
12. Ayoub N. et al. Evaluation of the phytotoxicity of a pesticide (TRACTOR 10E) based on Alpha-cypermethrin in two plant species: lentils (*Lens culinaris*) and watercress (*Lepidium sativum*). *Pollution*, 2023, vol. 9, no. 4, pp. 1386-1395.
13. Bakhtiyarova K. N., Bakhodirova I. K., Temur-Kizi R. N. Bioindication and its importance in the conducting of ecological monitoring. *European Science*, 2018, no. 4 (36), pp. 68-70.
14. Fränzle O. Complex bioindication and environmental stress assessment. *Ecological indicators*, 2006, vol. 6, no. 1, pp. 114-136.
15. Markert B. Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2007, vol. 21, pp. 77-82.
16. Markert B. A., Breure A. M., Zechmeister H. G. Definitions, strategies and principles for bioindication/biomonitoring of the environment. *Trace Metals and other Contaminants in the Environment*, Elsevier, 2003, vol. 6, pp. 3-39.

Информация об авторе

А.П. Петренко – аспирант, старший преподаватель кафедры химико-биологических дисциплин и фармакологии.

Information about the author

A.P. Petrenko – Postgraduate student, senior lecturer at the department of chemical and biological disciplines and pharmacology.

АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

AGROENGINEERING SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 633.491:631.362.3

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-92-99

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВА «СИНТЕТИЧЕСКИЙ КАРТОФЕЛЬ» ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И СТЕПЕНИ РИСКА ПОВРЕЖДЕНИЯ КЛУБНЕЙ

Кириллов Николай Александрович^{1✉}, Аверин Сергей Сергеевич²

¹Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чувашская Республика, Чебоксары, Россия

²Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

¹kna27zergut@mail.ru✉

²priem@rgau-msha.ru

Аннотация. Получение высоких урожаев картофеля высокого качества и с низкой себестоимостью остается актуальной проблемой земледелия и растениеводства. Решения данной проблемы возможны лишь при кооперации усилий специалистов из разных областей аграрной науки: агрономов, селекционеров-генетиков, инженеров, технологов, производителей сельскохозяйственной техники и оборудования. Сегодня мало вырастить урожай, важно еще своевременно и без потерь его убрать, переработать, упаковать и довезти до потребителя. Без использования современных машин и оборудования эта задача трудно выполнима, и здесь на помощь сельхозтоваропроизводителю приходят различные электронные устройства и искусственный интеллект, способные контролировать и регулировать технологические процессы уборки и переработки выращенной продукции. В связи с этим целью исследования стало испытание устройства «синтетический картофель» в полевых условиях для определения механической нагрузки на клубни картофеля во время уборки, сортировки, погрузочно-разгрузочных операций для установления степени риска повреждения клубней в результате их взаимодействия между собой и с рабочими органами клубнеуборочного комбайна в рамках решения проблемы совершенствования существующих уборочных машин и проектирования новых. В ходе проведения испытаний установлено, что применение устройства «электронный картофель» TiberLog позволяет прогнозировать вероятность появления повреждений на клубнях картофеля при уборке и послеуборочных операциях по транспортировке, сортировке и упаковке через определение ускорения и силы удара при падении и взаимодействии продукции с рабочими органами агрегатов. Полученные данные могут стать основой для оптимизации параметров настройки и условий работы комбайна, позволяющих избежать механических повреждений клубней картофеля, а также быть использованы для оценки пригодности сортов гибридов картофеля к механизированной уборке.

Ключевые слова: электронный картофель, клубнеуборочный комбайн, уборка, товарность, повреждаемость

Для цитирования: Кириллов Н.А., Аверин С.С. Применение устройства «синтетический картофель» для определения механической нагрузки и степени риска повреждения клубней // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 92-99. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-92-99>.

Original article

THE USE OF THE «SYNTHETIC POTATO» DEVICE TO DETERMINE THE MECHANICAL LOAD AND THE DEGREE OF RISK OF DAMAGE TO TUBERS

Nikolay A. Kirillov^{1✉}, Sergey S. Averin²

¹Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Chuvash Republic, Cheboksary, Russia

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

¹kna27zergut@mail.ru✉

²priem@rgau-msha.ru

Abstract. Obtaining high yields of potatoes of high quality and with low cost remains an urgent problem of agriculture and crop production. The solution to this problem is possible only with the cooperation of specialists from different fields of agricultural science: agronomists, breeders, geneticists, engineers, technologists, manufacturers of agricultural machinery and equipment. Today it is not enough to grow a crop, it is also important to remove it in a timely manner and without loss, recycle, pack and deliver it to the consumer. Without the use of modern machinery and equipment, this task is difficult to accomplish, and here various electronic devices and artificial intelligence capable of controlling and regulating the technological processes of harvesting and processing grown products come to the aid of the agricultural producer. In this regard, the purpose of the study was to test the "synthetic potato" device in the field to determine the mechanical load on potato tubers during harvesting, sorting, loading and unloading operations to establish the degree of risk of damage to tubers as a result of their interaction with each other and with the working bodies of the tuber harvester as part of solving the problem of improving existing harvesting machines and designing new ones. During the tests, it was found that the use of the TuberLog electronic potato device makes it possible to predict the likelihood of damage to potato tubers during harvesting and post-harvest operations for transportation, sorting and packaging by determining the acceleration and impact force when falling and the interaction of products with the working bodies of the units. The obtained data can become the basis for optimizing the settings and operating conditions of the combine harvester, allowing to avoid mechanical damage to potato tubers, and also used to assess the suitability of potato hybrid varieties for mechanized harvesting.

Keywords: electronic potatoes, tuber harvester, harvesting, marketability, damage

For citation: Kirillov N.A., Averin S.S. The use of the «synthetic potato» device to determine the mechanical load and the degree of risk of damage to tubers. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 3(33), pp. 92-99. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-92-99>.

Введение

Картофель для населения России является важнейшей пищевой и технической культурой, что предопределяет усилия ученых, направленных на выведения новых сортов и оздоровление посадочного материала, обладающего хозяйственно ценными признаками [1, 2, 5, 9]. Представленные сегодня в продаже машины и оборудование для уборки и сортировки клубней картофеля нередко наносят ощутимый вред товарной продукции в результате взаимодействия клубней между собой, с рабочими органами и с почвенными комками. Степень повреждения клубней при этом зависит от почвенно-климатических условий возделывания, уровня спелости и сортовых особенностей картофеля [3, 4, 6-8]. Часто, даже в пределах одной учетной площадки, наблюдаются значительные отклонения от средних значений агрофизических показателей почвы.

Как показывает практика, наибольший процент повреждения клубней картофеля наблюдается в результате их взаимодействия с рабочими органами клубнеуборочного комбайна. Поэтому определение места наибольшего силового воздействия отдельных рабочих органов машин для уборки картофеля на клубни в целях последующего устранения негативных последствий остается актуальной проблемой, решение которой будет способствовать совершенствованию существующих уборочных машин и проектированию новых.

В рамках решения этой проблемы проведены экспериментальные исследования, целью

которых стало определение механической нагрузки на клубни картофеля во время уборки и послеуборочного процесса частичной переработки с помощью устройства «синтетический картофель».

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в ООО «Некрасовский Картофель» Ярославской области на базе опытного участка «Михалево 2023» в течение 2022-2023 гг. Почвы опытного поля дерново-подзолистые, по показателям плотности – легкосуглинистые с довольно высоким содержанием песка (около 47 %), что позволяет выращивать и механизированным способом убирать корнеплоды и картофель. Для опытов использован среднеспелый столовый сорт картофеля Челленджер, средняя урожайность которого за годы проведения опыта составила 34,8 т/га.

Выбор данного голландского сорта картофеля с крупными овальными клубнями был связан с высокой устойчивостью клубней к механическим повреждениям, что позволяет использовать клубнеуборочные комбайны. Кроме этого, этот сорт обладает хорошими вкусовыми качествами и подходит для изготовления картофеля «фри», чипсов и для жарки. Клубни картофеля содержат от 16-20% крахмала, имеют умеренную степень разваривания, высокие показатели товарности (80-96%) и лежкости (96%), устойчивы к возбудителю рака картофеля, но восприимчивы к золотистой картофельной цистообразующей нематоде.

Для определения механической нагрузки на клубни картофеля во время уборки использован электронный картофель TuberLog, позволяющий выявить характер и причины повреждений продукции на многих типах машин для уборки и обработки картофеля. Регистратор TuberLog, встроен в синтетическую форму, которая имитирует размер, форму, плотность и характеристики движения картофеля, регистрируя столкновения при перемещении с настоящим картофелем во время уборки и обработки, а также способен фиксировать повреждения и синяки частей оборудования. Эти данные передаются по Bluetooth оператору, который по ним определяет местонахождение и степень поражения источника удара. Получаемые результаты можно просматривать в режиме реального времени в виде таблиц или графиков.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ литературы, а также практика применения современных технологий и технических средств уборки картофеля свидетельствуют о том, что они пока не в состоянии обеспечивать получение качественной товарной продукции из-за несовершенства существующих клубнеуборочных комбайнов [3,4, 6-8]. К сожалению, устройства и рабочие органы многих комбайнов или картофелекопалок, представленных на рынке уборочного оборудования, не способны в полной мере осуществлять контроль эксплуатационного и технологического процесса уборки. Производительность этих машин в целом, так и отдельных их рабочих узлов, также остается невысокой и неэффективной, что сказывается на качественных показателях клубней. В частности, механическое воздействие на клубни во время машинной уборки и сортировки вызывает не только внешние, но и внутренние повреждения сельскохозяйственной продукции (например, черную пятнистость картофеля), снижающие товарные качества и потерю продукции. Это накладывает на плечи селекционеров и агрономов задачу выведения новых сортов и гибридов картофеля, устойчивых к механическим повреждениям при взаимодействии с рабочими элементами уборочной машины.

Другим направлением деятельности аграриев стала разработка устройств («искусственные» или «электронные овощи»), оснащенных миниатюрными электронными датчиками для измерения степени воздействия на клубни во время сбора урожая и на линиях послеуборочной обработки (погрузки и разгрузки, сортировки и упаковки). При создании таких устройств перед разработчиками ставилась задача выявления критических точек воздействия на собираемый продукт и оптимизация работы технологических линий с целью уменьшения степени повреждаемости продукта [5-10].

Первые подобные искусственные «псевдоовощи» были разработаны в США в штате Калифорния почти полвека назад. По форме они обычно имитируют форму и размеры реальной сельскохозяйственной продукции (овощей, фруктов, клубней картофеля овальной или круглой формы). Чуть позднее они появились в Канаде и в странах Европы.

Современные электронные фрукты и овощи обладают сенсорными датчиками, способными измерять ударную силу, давление, скорость движения, ускорение. Полученные ими данные передаются по радио на базовую станцию или сохраняются внутри самого устройства с помощью специального регистратора. Так, первым устройством регистрации ускорений для регистрации механических воздействий на плоды яблок стала инструментальная сфера IS100, оснащенная микропроцессорной технологией, разработанной исследователями из Мичиганского государственного университета, и изготовленная компанией Techmark Inc. Сфера для измерения давления PMS-60 (Magnetech, Берлин, Германия) имеет сферическую форму и предназначена для определения повреждений яблок и лука во время послеуборочной обработки.

BIRD (устройство регистрации удара ягод) в виде миниатюрной сферы с регистраторами для измерения ускорения при ударе небольших фруктов (например, черники) изготовлен из силиконовой резины в виде «инструментальной сферы» диаметром 25,4 мм, разработанной исследовательской группой из Джорджии (США).

В целях совершенствования машин для механизированной уборки картофеля также созданы устройства, имитирующие по форме и размерам клубни картофеля: IRD (Techmark), PTR-200 (SM Engineering, Наксков, Дания), Smart Spud (Sensor Wireless), TuberLog (ESYS GmbH, Берлин, Германия). В ходе многочисленных лабораторных испытаний этих приборов было выявлено наличие существенных связей между пиковым ускорением и изменением скорости, измеряемыми электронными фруктами, с одной стороны, и механическим повреждением, нанесенным биологическим продуктам, с другой. Это позволило определить пороги допустимых механических ударных нагрузок на клубни для прогнозирования вероятности повреждения продукта [6-8].

Таким образом, в целях определения реальных механических нагрузок, воздействующих на сельскохозяйственную продукцию, применяются измерительные устройства, аналогичные реальным продуктам по геометрической форме и физическим свойствам. Имитируя траекторию движения реального продукта, они способны регистрировать реальное число и силу ударов, которые испытывают клубни на разных этапах технологических линий сбора, транспортировки, сортировки и упаковки.

Одним из таких последних разработок является миниатюрный блок измерения ускорения TuberLog, который легко имплантируется в реальные продукты (например, фрукты или клубни) для определения силы внешних механических воздействий на измеряемый вид продукции. Кроме этого, использование электронных клубней позволило установить истинную причину накопления отложенного вороха почвы и растительных остатков, непроходимых комков почвы в щелевых сепарирующих рабочих органах клубнеуборочных комбайнов, приводящих к износу и повреждению оборудования и потерям сепарируемого материала. Оказалось, что невозможность отделения комков почвы от вороха корнеплодов связана с тем, что в большинстве уборочных машин применяются щелевые сепарирующие рабочие органы, межштанговое расстояние сепарирующего транспортера которых меньше минимального размера отделяемого корнеплода, что препятствует их полной очистке на сепарирующих рабочих органах уборочных машин и, как следствие, к порче значительной части товарной продукции и потерям при хранении значительной части выращенного урожая [1-3;8-9]. Для устранения данной проблемы хозяйства вынуждены нанимать рабочих, что приводит к повышению себестоимости выращенной продукции. Качественные показатели очистки клубней, кроме того, зависят от качественного выполнения предыдущих технологических операций (удаления сорных растений, рыхления, удаления ботвы).

Как было отмечено выше, в исследовании было использовано измерительное устройство TuberLog с округлой формой, имитирующей удлиненный клубень картофеля. В качестве

основного материала при изготовлении устройства массой 200 г и небольших размеров (длиной 90, а диаметром 65/50 мм) был использован пластик. Техническими измерительными параметрами являются: определение твердости, трехосного гравитационного ускорения, порога запуска измерения в 30 г, с концом диапазона измерения в 250 г и разрешенной точностью измерения $0,1 \text{ г} \pm 1 \text{ г}$.

Стоит отметить, что TuberLog был разработан еще в 2011 г. компанией ESYS GmbH для измерения механической нагрузки на клубни картофеля во время уборки и послеуборочного процесса транспортировки, погрузочно-разгрузочных работ, упаковки и хранения. Трехосный датчик ударного ускорения данного прибора встроен в специальное устройство в форме синтетического картофеля, а регистратор данных внутри TuberLog питается от перезаряжаемой литий-ионной батареи (рисунок 1). Связь для запуска измерений и считывания данных с регистратора данных осуществляется через интерфейс Bluetooth или через USB. Данные, измеренные устройством Tuberlog, содержат пиковые значения ускорения за измеренный период времени в процессе уборки урожая.



Рисунок 1. Устройство измерения ускорения TuberLog

Представленный электронный клубень в наших опытах закапывался в гребень с семенным материалом вручную. Для моделирования механической нагрузки на электронный клубень использовался трактор JD 6175M с комбайном SE 260. Непрерывно движущаяся технологическая линия длиной 4 м представлена в комбайне транспортировочными транспортерами, где первый просеивающий транспортер имеет ширину просеивающего канала в 1500 мм, а второй – 1700 мм. Высота падения с первого на второй просеивающие транспортеры составляет 21 см, а со второго – 17 см. Совместно двигающиеся боковые прутки второго сепарирующего элеватора обеспечивают транспортировку клубней без трения и оптимально бережное отношение к собираемому урожаю, предотвращая насаивание земли на боковых стенках. Эффективное отделение остатков ботвы и мелких комков земли обеспечивается за счет игольчатого транспортера с расстоянием между прутками в 35 мм. После этого клубни поступают на транспортер инспекционного стола, загрузочный элеватор и приемный бункер. Высота падения с загрузочного элеватора на приемный бункер регулируется на несколько позиций (на 60; 40; 20 и 5 см).

В нашем исследовании при каждом тестовом режиме было выполнено по четыре закладки электронного клубня в гребни, а сила удара регистрировалась датчиком в симуляторе падения. Сам измерительный прибор TuberLog при этом прогоняли через комбайн SE 260 с разными характеристиками настроек частоты вращения и различной частотой вращения транспортеров в четырехкратной повторности при скорости движения трактора 3 и 5 км/час. Средние значения пикового ускорения и пиковой силы тестовых падений использовались для сравнения механических воздействий на тестируемый электронный картофель. Получаемые значения стандартного отклонения от средних показателей на построенных диаграммах отображались в виде полос погрешностей. В ходе опыта было установлено, что повреждение клубней в точках удара связано с силой удара, зависящей от массы картофелин, а не с его ус-

корением. Для возможности сравнения электронных клубней с точки зрения оценки их силы удара нами выявлена взаимосвязь между пиковой силой, измеренной симулятором падения, и пиковой силой, рассчитанной на основе данных пикового ускорения, полученных электронными клубнями. Для каждого из тестовых запусков рассчитывались как время, так и количество ударов с максимальным ускорением, превышающим или равным 30 г.

Распределение частот ударов в зависимости от измеренного пикового ускорения рассчитывалось с использованием оценщика плотности треугольного ядра. Так, в ходе опыта было установлено, при скорости частоты вращения вала от 10% до 25% на первом просеивающем транспортёре процесс очистки клубней от почвы и растительных остатков носит удовлетворительный характер, хотя сохраняется большая вероятность допуска земли на другие транспортеры, что может стать причиной механических повреждений клубней картофеля. Оптимальным параметром очистки и высокого процента сохранности клубней оказалась скорость в 50-75%. При более высоких значениях частоты вращения вала, клубни получали сильные удары и различного рода повреждения.

В пределах вариантов 2-4 наблюдалась стабилизация показателей, свидетельствующая о бережной уборке картофеля, а в первом и пятом вариантах появляются риски механических повреждений клубней, которые зависят от скорости и комков земли, поступающих на транспортер вместе с растительными остатками.

В варианте на 2 просеивающем транспортёре показатели поднимались до 64 (G), что свидетельствовало о некритичном и возможном механическом повреждении клубней из-за комков земли, а показатели 4 и 5 вариантов показывали, что из-за большой скорости вращения вала 2 просеивающего транспортёра возрастает вероятность механических повреждений клубней при столкновении их с рабочими органами агрегата и друг с другом. При скорости движения от 25 до 50% эти риски оказались минимальными.

В целом, в вариантах 1; 4 и 5 в зависимости от выбранной скорости вала, критические отметки достигали 75-92 G, которые сигнализируют о риске механических повреждений, тогда как во втором и третьем вариантах сила ударов оказывалась ниже 67 (G), что свидетельствует о бережной уборке картофеля.

Таблица 1. Сила удара клубней при падении с высоты 80 см от бункера комбайна к приемному бункеру прицепа на разных скоростях вращения

Варианты	Сила удара (G)	Скорость вращения
1 вариант	120	10
	96	10
	115	10
	92	10
2 вариант	98	25
	85	25
	96	25
	84	25
3 вариант	81	50
	75	50
	80	50
	77	50
4 вариант	84	75
	81	75
	75	75
	76	75
5 вариант	110	100
	86	100
	95	100
	91	100

Пиковая сила удара при падении клубней на сепарирующее устройство «Чистик» при высоте падения 18 и 5 см во всех вариантах полевого испытания электронного клубня соответствовала допустимым значениям с максимальными значениями 48 и 20 G, что обеспечивает бережную уборку клубней картофеля.

Дальнейшие исследования показали, что при транспортировке электронного клубня из загрузочного элеватора в приемный бункер комбайна на скоростях 25; 50 и 75% критическая сила удара выпадает на высоту 60 см (120 G), а при падении клубней с высоты от 5 до 40 см сила удара не способна вызывать механических повреждений и не несет критической опасности для продукта.

При скорости вращения в 100% сила удара на клубни возрастает, но при падении клубней с высоты 5-40 см это не несет опасности повреждения продукции. Риски повреждений резко повышаются лишь при падении клубней с высоты 60 и более см (таблица 1).

Из представленных результатов таблицы видно, что при перемещении клубней с высоты 80 см от бункера комбайна к приемному бункеру сила падения вне зависимости от скорости вращения вала транспортера приобретает критические значения и поэтому для предотвращения повреждений продукции рекомендуется установить гасители для более мягкой транспортировки картофеля в прицеп.

Повреждения клубней, в данном случае, связаны с ударами об борт или дно прицепа, а также столкновениями между отдельными клубнями и комками земли. При скоростях вращения вала транспортера в 50 и 75% были зафиксированы минимальные значения силы ударов (G), что показывает уменьшение рисков получения повреждений клубней при выгрузке картофеля в прицеп.

Выводы

1. Использование TuberLog, имплантированной в настоящий картофель или манекен, позволяет прогнозировать вероятность образования и степень повреждений клубней картофеля, определить критические точки механических нагрузок во время уборки и переработки.
2. Для подбора оптимальных параметров настройки и условий работы комбайна достаточно определять значения пикового ускорения, превышающие определенный порог и позволяющие избежать механических повреждений клубней картофеля.
3. Устройство «синтетический картофель» может быть использовано для оценки пригодности сортов и гибридов картофеля к механизированной уборке во время селекционной работы.

Список источников

1. Анисимов Б.В., Чугунов В.С. Инновационная схема оригинального семеноводства картофеля // Картофель и овощи. 2014. № 6. С. 25-27.
2. Кириллов Н.А. Опыт получения 2-3 урожаев овощных культур и картофеля за один сезон в агроклиматических условиях Чувашии // Аграрная Россия. 2020. № 7. С. 8-10.
3. Костенко М. Ю., Костенко Н.А. Вероятностная оценка сепарирующей способности элеватора картофелеуборочной машины // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 12. С. 4.
4. Сорокин А. А. Теория и расчет картофелеуборочных машин: монография. Москва: ВИМ, 2006. 159 с.
5. Филиппова С.В., Кириллов Н.А. Опыт получения здоровых мини-клубней картофеля с максимальной репродуктивной способностью // Аграрная Россия. 2022. № 5. С. 37-39.
6. Aniket U. Dongre, Rahul Battase, Sarthak Dudhale, Vipul R. Patil, Deepak Chavan. Development of Potato Harvesting Model // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 2017. Vol. 10(4). Pp. 1567-1570.

7. Bangar V. T., Jadhav S. R., Patil K. D., Biradar V. U., Ostwal R. S. Design and development of potato harvester // International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education. 2016. Vol. 2(3). Pp. 3343-3347.

8. Farhadi R., Sakenian N., Azizi P. Design and construction of rotary potato grader // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2012. Vol. 8(2). Pp. 304-314.

9. Filippova S., Eliseeva L., Turbina E., et al. Dependence of the number of potato minitubers on the method of planting micro-plants. IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Sci. and Technol. City Hall. Krasnoyarsk, 2021. Pp. 42048.

10. Natenadze N. The design and theoretical justification of a vibratory digger shovel // Scientific technical union of mechanical engineering Bulgarian association of mechanization in agriculture. 2016. Vol. 62(1). Pp. 9-11.

References

1. Anisimov B.V., Chugunov V.S. Innovative scheme of original potato seed production. Potatoes and vegetables, 2014, no. 6, pp. 25-27.

2. Kirillov N.A. The experience of obtaining 2-3 harvests of vegetable crops and potatoes in one season in the agro-climatic conditions of Chuvashia. Agrarian Russia, 2020, no. 7, pp. 8-10.

3. Kostenko M. Yu., Kostenko N.A. Probabilistic assessment of the separating capacity of the potato harvester elevator. Mechanization and electrification of agriculture, 2009, no. 12, p. 4.

4. Sorokin A. A. Theory and calculation of potato harvesters: monograph. Moscow: VIM, 2006. 159 p.

5. Filippova S.V., Kirillov N.A. The experience of obtaining healthy mini-tubers of potatoes with maximum reproductive capacity. Agrarian Russia, 2022, no. 5, pp. 37-39.

6. Aniket U. Dongre, Rahul Battase, Sarthak Dudhale, Vipul R. Patil, Deepak Chavan. Development of Potato Harvesting Model. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2017, vol. 10(4), pp.1567-1570.

7. Bangar V. T., Jadhav S. R., Patil K. D., Biradar V. U., Ostwal R. S. Design and development of potato harvester. International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education, 2016, vol. 2(3), pp. 3343-3347.

8. Farhadi R., Sakenian N., Azizi P. Design and construction of rotary potato grader. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2012, vol. 8(2), pp. 304-314.

9. Filippova S., Eliseeva L., Turbina E., et al. Dependence of the number of potato minitubers on the method of planting micro-plants. IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Sci. and Technol. City Hall. Krasnoyarsk, 2021, PP. 42048.

10. Natenadze N. The design and theoretical justification of a vibratory digger shovel. Scientific technical union of mechanical engineering Bulgarian association of mechanization in agriculture, 2016, vol. 62(1), pp. 9-11.

Информация об авторах

Н.А. Кириллов – доктор биологических наук, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;

С.С. Аверин – аспирант.

Information about the authors

N.A. Kirillov – Doctor of biological sciences, professor of the department of agrotechnology, storage and processing of agricultural products;

S.S. Averin – Postgraduate student.

Научная статья
УДК 631.22.019
DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-100-109

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ НАГНЕТАНИЯ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ В НАВОЗНУЮ МАССУ

Никонов Михаил Васильевич¹, **Бредихина Ольга Михайловна²**

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

²Управление Россельхознадзора по Белгородской, Воронежской и Липецкой областям, Липецк, Россия

¹ m_nikon@mail.ru

² platina_pt@mail.ru

Аннотация. Высокая концентрация скота на комплексах и фермах обуславливает образование значительных объемов навоза, что создает целый ряд трудностей. Своевременное его удаление и использование – важная народнохозяйственная проблема. Разработка инновационных технических средств для эффективной переработки навозной массы, получаемой в животноводческих помещениях, соответствующих требованиям современного российского агропромышленного комплекса является актуальной и одной из главных научно-технических проблем, имеющей ведущее значение для экономического развития Российской Федерации. Для ускорения процесса переработки навозной массы предлагается осуществлять внесение обеззараживающего вещества на этапе сбора навозной массы от животных. Насыщение навозной массы обеззараживающим веществом рекомендуем выполнять с применением устройства с трубчатыми рабочими органами, навешиваемыми на вильчатый погрузчик. Цель настоящего исследования заключается в обосновании параметров трубчатого рабочего органа для нагнетания дезинфицирующей жидкости в навозную массу с целью уничтожения патогенной среды. Для решения рассматриваемой задачи было использовано математическое планирование эксперимента с выбором композиционного плана на кубе для трех факторов. В процессе проводимых исследований изучалась продолжительность нагнетания рабочего раствора в обрабатываемый материал. С увеличением влажности обрабатываемого материала, площади проходных отверстий и давления рабочей жидкости в магистрали снижается время расхода одного и того же объема жидкости трубчатым рабочим органом.

Ключевые слова: навозная масса, патогенные вещества, обеззараживание, трубчатый рабочий орган

Для цитирования: Никонов М.В., Бредихина О.М. Обоснование параметров рабочего органа для нагнетания дезинфицирующей жидкости в навозную массу // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 100-109. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-100-109>.

Original article

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE WORKING BODY FOR INJECTING DISINFECTANT LIQUID INTO THE MANURE MASS

Mikhail V. Nikonov¹, **Olga M. Bredikhina²**

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

²Russian Agricultural Supervision Administrations for Voronezh, Belgorod and Lipetsk Regions, Lipetsk, Russia

¹ m_nikon@mail.ru

² platina_pt@mail.ru

Abstract. The high concentration of livestock on complexes and farms causes the formation of significant amounts of manure, which creates a number of difficulties. Its timely removal and use is an important economic problem. The development of innovative technical means for the effective processing of manure

obtained in livestock facilities that meet the requirements of the modern Russian agro-industrial complex is an urgent and one of the main scientific and technical problems of leading importance for the economic development of the Russian Federation. To accelerate the processing of manure, it is proposed to introduce a disinfecting agent at the stage of collecting manure from animals. Saturation of the manure mass with a disinfecting agent is recommended to be performed using a device with tubular working bodies mounted on a forklift truck. The purpose of this study is to substantiate the parameters of a tubular working organ for injecting a disinfectant liquid into a manure mass in order to destroy the pathogenic environment. To solve the problem under consideration, mathematical planning of an experiment with the choice of a composite plan in a cube for three factors was used. In the course of the research, the duration of injection of the working solution into the processed material was studied. With an increase in the humidity of the processed material, the area of the through holes and the pressure of the working fluid in the pipeline, the time of consumption of the same volume of liquid by the tubular working body decreases.

Keywords: manure, pathogenic substances, disinfection, tubular working organ

For citation: Nikonov M.V., Bredikhina O.M. Justification of the parameters of the working body for injecting disinfectant liquid into the manure mass. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 3(33), pp. 100-109. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-100-109>.

Введение

Современные экономические и социальные условия жизни сельского населения способствуют развитию животноводства на базе создания крупных животноводческих холдингов. Крупные животноводческие предприятия позволяют сократить затраты труда в 3-10 раз, снизить расход кормов и себестоимость продукции – более чем в 2 раза [4, 9]. Замена ручного труда механизированным снижает потребность в рабочих, что позволяет решать кадровую проблему.

Увеличение количества животных на предприятиях и фермах приводит к накоплению значительных объемов навоза, что создает целый ряд трудностей. Таким образом, своевременное его удаление и переработка – важная народнохозяйственная задача, значение которой еще более возрастает в связи с повышением требований к условиям содержания животных и качеству производимой продукции [2, 3].

При выборе технологий и технических средств для уборки и подготовки навоза к использованию учитываются не только природно-климатические условия, но и характеристики навозной массы [8]. Это снижает эффективность использования средств механизации. На ферме может скопиться большое количество навоза, на уборку которого тратится более 20% общих трудовых ресурсов. Не меньшую роль играют вопросы складирования, обеззараживания и хранения навоза. При длительном хранении навоза, особенно в жаркий период, происходит процесс брожения, в результате которого выделяются газы, состоящие преимущественно из метана (CH_4) – до 65%, диоксида углерода (CO_2) – около 30%, азота (N_2) – 3% и сероводорода (H_2S) – до 1% [1, 5, 7].

Следовательно, разработка инновационных технических средств для переработки навозной массы, накапливаемой на животноводческих предприятиях, является актуальной и одной из главных научно-технических проблем, имеющей ведущее значение для экономического развития Российской Федерации.

Особое значение это приобретает в связи с вступлением в силу с 1 марта 2023 года, Федерального закона, принятого 14 июля 2022 г. №248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также разработанных новых правил расчета и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Целью настоящего исследования является обоснование параметров трубчатого рабочего органа, используемого с целью нагнетания дезинфицирующей жидкости в навозную массу для уничтожения патогенной среды.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2023-24 гг. на базе агроинженерного факультета Воронежского ГАУ имени императора Петра I, на кафедре сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей. Для оценки эффективности работы трубчатого рабочего органа (рисунок 1) был спланирован многофакторный эксперимент с выбором композиционного плана на кубе для трех факторов. Все факторы, определяющие процесс, изменялись одновременно по установленной методике, а результаты эксперимента представлены в виде математической модели. При этом каждый исследуемый фактор имел несколько уровней: минимальный (-1), средний (0) и максимальный (+1), называемые кодированными значениями [6, 10].

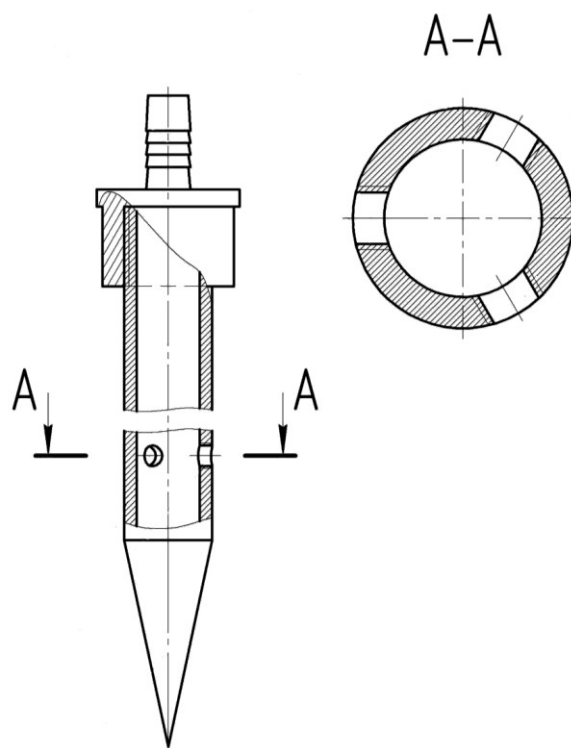


Рисунок 1. Трубчатый рабочий орган для нагнетания дезинфицирующей жидкости в навозную массу

В процессе проводимых исследований изучалась продолжительность нагнетания рабочего раствора постоянным объемом 15 литров в обрабатываемый материал. Изменялись следующие показатели: начальная влажность обрабатываемого материала W , суммарная площадь сечения проходных отверстий S и давление рабочей жидкости в магистрали P . При этом влажность обрабатываемого материала изменялась от 60 до 80%, суммарная площадь сечения проходных отверстий – от 0,785 до 2,36 мм², давление рабочей жидкости в магистрали – от 0,2 до 0,4 МПа. Для обеспечения изменения влажности навозной массы эксперименты проводились на однотипных фермах с различными условиями содержания животных, обеспечивающими выход навозной массы определенной влажности. Суммарная площадь сечения проходных отверстий обеспечивалась за счет вкручивания в отверстия, изображенные в сечении трубчатого рабочего органа (см. рисунок 1), жиклеров с отверстиями диаметром 1 мм либо заглушек. При установке одного жиклера и двух заглушек суммарная площадь сечения составит 0,785 мм², при установке одной заглушки и двух жиклеров суммарная площадь сечения составит 1,57 мм², при установке трех жиклеров – 2,36 мм². Требуемое давление обеспечивалось нагнетанием воздуха из ресивера компрессорной установки.

Принимая композиционный план на кубе для трех факторов с целью описания исследуемого процесса, вносим в план-матрицу полученные экспериментальные данные (таблица 1).

Таблица 1. План-матрица композиционного плана на кубе типа В₃ для трех переменных факторов

№ опыта	Последовательность проведения опытов	Кодированные значения факторов			Параметр оптимизации				Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение eS_u^2	Расчетное значение y_u^p
		X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄			
		W	S _{отв}	P _ж	T _{н1}	T _{н2}	T _{н3}	T _{н4}			
1	23,30,44,50	-1	-1	-1	22,3	22,5	22,1	22,6	22,37	0,049	22,43
2	8,28,36,39	+1	-1	-1	22,5	22,9	22,8	22,7	22,73	0,029	22,73
3	9,11,37,53	-1	+1	-1	7,3	7,5	7,4	7,2	7,35	0,017	7,33
4	18,20,21,45	+1	+1	-1	7,6	7,7	7,8	7,9	7,75	0,017	7,78
5	10,33,47,56	-1	-1	+1	20,2	20,4	20,7	20,5	20,45	0,043	20,42
6	5,34,41,48	+1	-1	+1	20,3	20,8	20,6	20,7	20,6	0,047	20,62
7	16,25,46,51	-1	+1	+1	6,2	6,4	6,3	6,1	6,25	0,017	6,24
8	3,19,42,54	+1	+1	+1	6,4	6,6	6,8	6,7	6,62	0,029	6,57
9	21,35,38,55	-1	0	0	16,6	16,4	16,3	16,5	16,45	0,017	16,45
10	7,13,15,52	+1	0	0	16,8	16,7	16,9	16,7	16,77	0,009	16,77
11	1,14,31,40	0	-1	0	21,7	21,5	21,8	21,9	21,73	0,029	21,67
12	2,4,22,43	0	+1	0	6,9	7,1	7,2	7,0	7,05	0,017	7,1
13	6,12,27,49	0	0	-1	17,4	17,7	17,7	17,2	17,5	0,06	17,43
14	17,26,29,32	0	0	+1	15,6	15,9	15,7	15,8	15,75	0,017	15,82

Математическую модель будем получать в виде уравнения регрессии (1).

$$y = B_0 + \sum_{i=1}^n B_i \cdot X_i + \sum_{i \neq j \neq 1}^n B_{ij} \cdot X_i \cdot X_j + \sum_{i=1}^n B_{ii} \cdot X_i^2, \quad (1)$$

где B_0, B_i, B_{ij}, B_{ii} – коэффициенты уравнения регрессии;
 X_i – переменные факторы при проведении эксперимента;
 i – число переменных факторов ($i = 3$).

При этом необходимо исключить из расчетов результаты, представляющие собой грубые ошибки. Для оценки сомнительных максимальных или минимальных результатов использовали t -критерий:

$$r = \frac{|y^{max} - y|}{S_u \cdot \sqrt{\frac{k-1}{k}}}, \quad S_u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2}{k-1}}, \quad (2)$$

где S_u – среднеквадратическая ошибка измерения;
 k – число параллельных опытов или количество измерений в каждом опыте ($k = 4$).

Полученные значения г-критерия сравнивали с табличными, принимаемыми по таблицам приложения 3 [6, с. 21] при соответствующем уровне значимости (принимаем для подобных сред 0,95) и количестве измерений в опыте. Необходимое условие: $r_p < r_T$. Если $r_p > r_T$, то оцениваемый результат считается грубой ошибкой ("промахом") и в расчёты не включается.

После подсчёта дисперсий и определения средних значений параметра оптимизации в каждом опыте с требуемой надёжностью, необходимо проверить однородность дисперсий всего плана. Это проводится с помощью критерия Кохрена (G). При этом дисперсия в каждой горизонтальной строке матрицы подсчитывается по формуле (3).

$$S_u^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2}{k - 1}, \quad (3)$$

Затем определяется расчетный критерий Кохрена, определяемый делением наибольшей дисперсии на сумму всех дисперсий плана (4).

$$G_p = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2}, \quad (4)$$

где u – порядковый номер опыта в плане;

$N = 14$ – число опытов в плане.

Дисперсии считаются однородными, если расчётное значение критерия Кохрена не превышает табличное (G_T), которое выбирается по таблицам приложения 4, 5 [6, с. 22, 23] и зависит от числа степеней свободы $\nu_1 = k - 1$ и $\nu_2 = N(k - \text{число параллельных опытов}; N - \text{число опытов в плане})$.

Если результат обратный, то есть $G_p > G_T$, необходимо выявить и устранить источники нестабильности эксперимента, использовать более точные методы и средства измерений или уменьшить интервалы варьирования фактора (факторов) и повторить эксперимент. Критерий Кохрена пригоден для случаев, когда во всех опытах имеется одинаковое количество измерений параметра оптимизации. Это условие необходимо учитывать при определении средних значений параметра оптимизации с требуемой надёжностью.

Если дисперсии однородны ($G_p < G_T$), переходят к расчёту коэффициентов модели:

$$\begin{aligned} B_0 &= A_1 \sum_{u=1}^N \bar{y}_u - A_2 \sum_{i=1}^n \sum_{u=1}^N X_{iu}^2 \cdot \bar{y}_u; \\ B_i &= A_3 \sum_{u=1}^N X_{iu} \cdot \bar{y}_u; B_{ij} = A_4 \sum_{u=1}^N X_{iu} \cdot X_{ju} \cdot \bar{y}_u; \\ B_{ii} &= A_5 \sum_{u=1}^N X_{iu}^2 \cdot \bar{y}_u + A_6 \sum_{i=1}^n \sum_{u=1}^N X_{iu}^2 \cdot \bar{y}_u - A_2 \sum_{u=1}^N \bar{y}_u, \end{aligned} \quad (5)$$

где n – количество контролируемых факторов;

N – число опытов в плане эксперимента;

A_1, A_2, \dots, A_6 – коэффициенты, устанавливаемые по таблицам приложения 1 [6, с. 24] в зависимости от принятого плана.

Некоторые из полученных коэффициентов могут оказаться пренебрежимо малыми – незначительными. Проверку на значимость проводим для каждого коэффициента в отдельности по критерию Стьюдента и определяем доверительные интервалы для каждого коэффициента по формулам:

$$\begin{aligned} \Delta B_0 &= \pm t \cdot \sqrt{A_1 \cdot S_y^2}; \Delta B_i = \pm t \cdot \sqrt{A_3 \cdot S_y^2}; \\ \Delta B_{ij} &= \pm t \cdot \sqrt{A_4 \cdot S_y^2}; \Delta B_{ii} = \pm t \cdot \sqrt{A_7 \cdot S_y^2}, \end{aligned} \quad (6)$$

где t – критерий Стьюдента, принимаемый по таблицам приложения 7 [6, с. 25] в зависимости от принятого уровня значимости $q = 0,95$ и числа степеней свободы $\nu_{\text{зн}} = N(K - 1)$. Здесь N – число опытов, K – число параллельных опытов.

S_y^2 – общая дисперсия среднего, определяется по формуле (7).

$$S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^N S_u^2}{N \cdot K}. \quad (7)$$

Если значение коэффициента будет ниже величины ΔB для коэффициентов данного вида, то он принимается за ноль (отбрасывается).

Однако коэффициенты при квадратичных эффектах из модели удалять не следует, так как все B_{ij} связаны между собой и с B_0 . В противном случае (при их удалении из модели) необходимо полностью пересчитать модель по методу последовательного регрессионного анализа.

Расчетное значение критерия Фишера $F_p = 0,844$, табличное значение критерия Фишера $F_T = 2,34$. Так как $F_p < F_T$, то полученная математическая модель, определяющая зависимость продолжительности нагнетания рабочего раствора T_n от влажности, площади сечения проходных отверстий и давления рабочей жидкости в магистрали, является адекватной.

Используя данную методику, расчёт коэффициентов уравнения регрессии осуществлялся с использованием специальной компьютерной программы. Экранная форма программы представлена на рисунке 2.

	Y1	Y2	Y3	Y4	Yср	Yрасч	Сопыл
1	22,3	22,5	22,1	22,6	22,37	22,43	0,049
2	22,5	22,9	22,8	22,7	22,73	22,73	0,029
3	7,3	7,5	7,4	7,2	7,35	7,33	0,017
4	7,6	7,7	7,8	7,9	7,75	7,78	0,017
5	20,2	20,4	20,7	20,5	20,45	20,42	0,043
6	20,3	20,8	20,6	20,7	20,6	20,62	0,047
7	6,2	6,4	6,3	6,1	6,25	6,24	0,017
8	6,4	6,6	6,8	6,7	6,62	6,57	0,029
9	16,6	16,4	16,3	16,5	16,45	16,45	0,017
10	16,8	16,7	16,9	16,7	16,77	16,77	0,009
11	21,7	21,5	21,8	21,9	21,73	21,67	0,029
12	6,9	7,1	7,2	7,0	7,05	7,1	0,017
13	17,4	17,7	17,7	17,2	17,5	17,43	0,06
14	15,6	15,9	15,7	15,8	15,75	15,82	0,017

ВВОД ДАННЫХ	
РАСЧЕТ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ	
ОБРАБОТКА ДАННЫХ	
B0 =	16,68
B1 =	0,16
B2 =	-7,29
B3 =	-0,8
B12 =	0,03
B13 =	-0,03
B23 =	0,23
B11 =	-0,07
B22 =	-2,29
B33 =	-0,05
КРИТЕРИЙ ФИШЕРА	
	0,844
ВЕРНУТЬСЯ К ВВОДУ ДАННЫХ	

Рисунок 2. Экранная форма программы для расчета коэффициентов уравнения

Результаты исследований и их обсуждение

Подставив полученные величины коэффициентов в уравнение регрессии (1), получаем функцию в кодированных переменных с учетом отброшенных незначимых коэффициентов B_{ij} (8), при этом кодированные значения трех факторов определяются по выражениям (9).

$$\begin{aligned} y &= 16,68 + 0,16x_1 - 7,29x_2 - 0,8x_3 + 0,23x_2x_3 - \\ &\quad - 0,07x_1^2 - 2,29x_2^2 - 0,05x_3^2. \end{aligned} \quad (8)$$

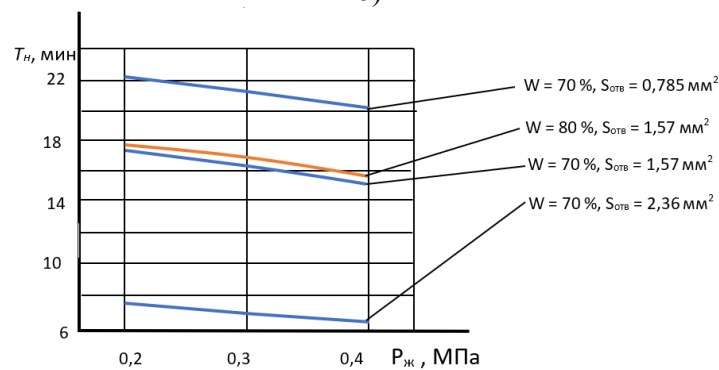
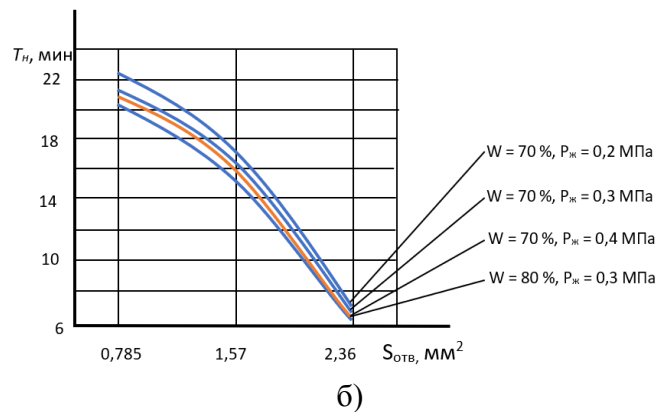
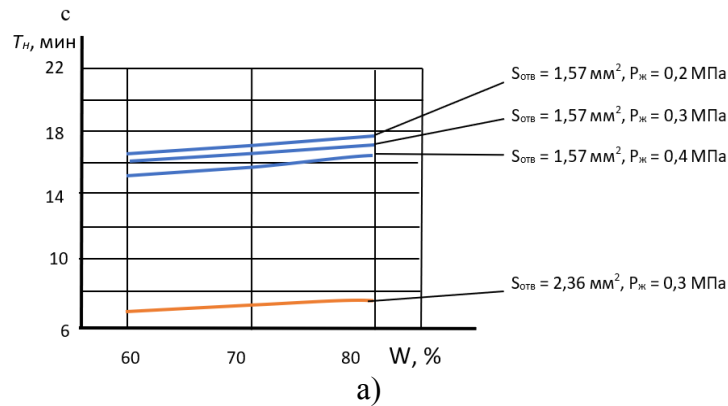
$$x_1 = \frac{W - 70}{10}; \quad x_2 = \frac{S_{отв} - 1,57}{0,785}; \quad x_3 = \frac{P_{жс} - 0,3}{0,1}; \quad (9)$$

где W – влажность обрабатываемого материала, %;

$S_{отв}$ – суммарная площадь проходных отверстий жиклеров диаметром 1 мм, мм²;

$P_{ж}$ – давление рабочей жидкости в магистрали, МПа.

На рисунке 3 изображены графики полученной математической модели в зависимости от каждого из трех показателей.



в)

Рисунок 3. Графики изменения продолжительности нагнетания рабочей жидкости в зависимости от влажности обрабатываемого материала (а), суммарной площади проходных отверстий (б) и давления рабочей жидкости в магистрали (в)

При интерпретации модели устанавливается, мера влияния каждого исследуемого фактора на параметр оптимизации. Оценка этого влияния устанавливается при помощи уравнения регрессии (8) с найденными значимыми коэффициентами и кодированными значениями факторов. Величина коэффициента регрессии – количественная мера этого влияния. Чем больше коэффициент, тем сильнее влияет фактор. О характере влияния факторов говорят знаки коэффициентов. Геометрический смысл линейных коэффициентов – тангенс угла наклона гиперплоскости к соответствующей оси. Большой по абсолютной величине коэффициент соответствует большому углу наклона и более существенному изменению параметра оптимизации при изменении данного фактора.

Коэффициент B_0 уравнения (8) равен величине параметра оптимизации при значениях факторов, находящихся на нулевом уровне; коэффициенты B_i , имеющие положительные значения, указывают на рост отклика, отрицательные коэффициенты B_i – на убывание отклика при увеличении значений соответствующих факторов. В данном эксперименте функция отклика (продолжительность нагнетания рабочего раствора) убывает при увеличении всех трех факторов, причем наибольшее влияние на это убывание оказывает первый фактор (влажность обрабатываемого материала), а наименьшее – третий фактор (давление рабочей жидкости в магистрали). Знак коэффициентов B_{ii} уравнения (8) говорит о вогнутости (знак «+») или выпуклости (знак «-») отклика в направлении увеличения соответствующего фактора.

В данном эксперименте с увеличением влажности обрабатываемого материала наблюдается несущественный рост продолжительности нагнетания рабочего раствора. С увеличением влажности обрабатываемого материала на 20% продолжительность нагнетания возросло с 1,82% до 2,01% при суммарной площади проходных отверстий равной 1,57 мм².

С увеличением суммарной площади проходных отверстий от 0,785 мм² до 2,36 мм² интенсивно снижается продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу. Так, при влажности обрабатываемого материала, равной 70% продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу снижалась в интервале от 66,90% до 68,93%.

С увеличением давления рабочей жидкости в магистрали происходит снижение продолжительности нагнетания рабочего раствора в навозную массу. При влажности навозной массы в 70% и увеличении суммарной площади проходных отверстий от 0,785 мм² до 2,36 мм² продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу снижалась в интервале от 9,09% до 14,67%.

При переходе к уравнению регрессии в натуральных переменных, в уравнение (8) вместо кодированных значений факторов подставим выражения из уравнения (9). В результате получим уравнение регрессии в натуральных переменных (10).

$$T_n = 16,68 + 0,16 \cdot \frac{W - 70}{10} - 7,29 \cdot \frac{S_{oms} - 1,57}{0,785} - 0,8 \cdot \frac{P_{жс} - 0,3}{0,1} +$$

$$+ 0,23 \frac{(S_{oms} - 1,57)(P_{жс} - 0,3)}{0,0785} - 0,07 \cdot \left(\frac{W - 70}{10} \right)^2 - 2,29 \cdot \left(\frac{S_{oms} - 1,57}{0,785} \right)^2 -$$

$$- 0,05 \cdot \left(\frac{P_{жс} - 0,3}{0,1} \right)^2. \quad (10)$$

Расчеты, выполняемые по данному уравнению, позволяют получить продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу, а следовательно, определить время работы машины в одной позиции для обеспечения внесения требуемой нормы дезинфицирующего раствора при различных значениях начальной влажности обрабатываемого материала W , суммарной площади сечения проходных отверстий S и давления рабочей жидкости в магистрали P .

Выводы

В результате проведенных исследований, с учетом определенных допущений были сделаны следующие выводы:

1. С увеличением влажности обрабатываемого материала растет продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу. Так при увеличении влажности обрабатываемого материала на 20% продолжительность нагнетания возросло с 1,82% до 2,01% при суммарной площади проходных отверстий равной 1,57 мм².

2. С увеличением суммарной площади проходных отверстий трубчатого рабочего органа интенсивно снижается продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу. Так, при влажности обрабатываемого материала, равной 70% и увеличении суммарной площади проходных отверстий от 0,785 мм² до 2,36 мм² продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу снижалась в интервале от 66,90% до 68,93%.

3. С увеличением давления рабочей жидкости в магистрали снижается продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу. При влажности навозной массы в 70% и увеличении суммарной площади проходных отверстий от 0,785 мм² до 2,36 мм² продолжительность нагнетания рабочего раствора в навозную массу снижается в интервале от 9,09% до 14,67%.

Список источников

1. Анализ технологий и средств механизации удаления навоза на малых животноводческих фермах / В.А. Шилин, О.А. Герасимова, Е.В. Радкевич, А.А. Герасимова // Ежеквартальный научный журнал. Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 1(45). С. 85-92.

2. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т., Шведов А.А. Методология экологической оценки систем уборки и подготовки навоза к использованию // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2018. № 2 (30). С. 159-167.

3. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т. Результаты исследований процесса разделения жидкого навоза на фракции установкой фильтрующего типа // Техника и оборудование для села. 2020. № 10 (280). С. 19-21.

4. Ворошилов Ю.И. Животноводческие комплексы и охрана окружающей среды / Ю.И. Ворошилов и др. Москва: Агропромиздат, 1991. 107 с.

5. Кольга Д.Ф., Васько А.С. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения. Минск: БГАТУ, 2017. 128 с.

6. Носов С.В. Планирование эксперимента: учебное пособие. Липецк: ЛГТУ, 2003. 85 с.

7. Колесникова Т.А., Куликова М.А. Способы подготовки сточных вод животноводческих хозяйств для утилизации на сельскохозяйственных полях // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2014. № 2 (14). С. 206-211.

8. Патент № 220070 U1 Российская Федерация, МПК А01С 3/00, С05F 3/06. Тракторные грабли с возможностью внесения обеззараживающего вещества в подстилочный навоз: № 2023114517: заявл. 02.06.2023; опубл. 23.08.2023 / Н.А. Дрочев, С.Н. Семенов, А.И. Кокорев, А.Н. Лыков, М.В. Никонов; заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Липецкий институт переподготовки и повышения квалификации кадров агропромышленного комплекса».

9. Петров Е.Б. Анализ технологий при откорме крупного рогатого скота // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 3. С. 47-51.

10. Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум): учебное пособие / В.П. Бородюк, А.П. Вошинин, А.З. Иванов [и др.] // Под общ. ред. Г.К. Круга. Москва: Высшая школа, 1983. 216 с.

References

1. Analysis of technologies and means of mechanization of manure removal on small livestock farms. V.A. Shilin, O.A. Gerasimova, E.V. Radkevich, A.A. Gerasimova. Quarterly scientific journal. Machinery and technologies in animal husbandry, 2022, no. 1(45), pp. 85-92.
2. Gridnev P.I., Gridneva T.T., Shvedov A.A. Methodology of ecological assessment of manure harvesting and preparation systems for use. Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Livestock mechanization, 2018, no. 2 (30), pp. 159-167.
3. Gridnev P.I., Gridneva T.T. Results of studies of the process of separation of liquid manure into fractions by a filter-type installation. Machinery and equipment for the village, 2020, no. 10 (280), pp. 19-21.
4. Voroshilov Yu.I. Livestock complexes and environmental protection. Yu.I. Voroshilov et al. Moscow: Agropromizdat. Publ., 1991. 107 p.
5. Kolga D.F., Vasko A.S. Processing of manure into environmentally safe organic fertilizers. Minsk: BSATU, 2017. 128 p.
6. Nosov S.V. Experiment planning: A textbook. Lipetsk: LSTU, 2003. 85 p.
7. Kolesnikova T.A., Kulikova M.A. Methods of wastewater treatment of livestock farms for utilization in agricultural fields. Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Land Reclamation, 2014, no. 2 (14), pp. 206-211.
8. Patent No. 220070 U1 Russian Federation, IPC A01C 3/00, C05F 3/06. Tractor rakes with the possibility of introducing a disinfecting agent into litter manure: No. 2023114517: application 02.06.2023: publ. 23.08.2023. N.A. Drochev, S.N. Semenov, A.I. Kokorev, A.N. Lykov, M.V. Nikonov; applicant: Federal State Budgetary educational institution of additional professional education «Lipetsk Institute of Retraining and advanced Training of personnel of the agro-industrial complex».
9. Petrov E.B. Analysis of technologies for fattening cattle. Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of mechanization of Animal husbandry, 2019, no. 3, pp. 47-51.
10. Statistical methods in engineering research (laboratory workshop): Textbook. V.P. Borydyuk, A.P. Voshchinin, A.Z. Ivanov [et al.]. Under the general editorship of G.K. Krug. Moscow: Higher School, 1983. 216 p.

Информация об авторах

М.В. Никонов – кандидат технических наук, доцент кафедры технологических процессов в машиностроении и агроинженерии;

О.М. Бредихина – государственный инспектор управления.

Information about the authors

M.V. Nikonov – Candidate of technical sciences, associate professor of the department of technological processes in mechanical engineering and agroengineering.

O.M. Bredikhina – State inspector of management.

АГРОЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

AGROECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Научная статья

УДК 504.75:674.031.795.2

DOI 10.24888/2541-7835-2024-33-110-119

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ В ПРЕДЕЛАХ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Бурняшев Александр Олегович^{1✉}, Зайцев Глеб Анатольевич²

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

¹sany.sany.73@mail.ru✉

²forestry@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена изучению состояния деревьев липы мелколистной в крупных промышленных центрах Липецкой области (города Липецка и Ельца). Влияние загрязнения атмосферного воздуха на лесные сообщества проявляется в комплексном виде. Длительное воздействие негативных факторов на древесные растения приводит к уменьшению длины побегов, сокращению их количества и снижению продуктивности. В результате происходит уменьшение количества и размеров листьев, а также площади листовой поверхности. Индекс жизненного состояния деревьев липы в Елецком промышленном центре выше, чем в Липецком промышленном центре. Установлено, что жизненное состояние деревьев липы в условиях загрязнения и в контроле оценивается как здоровое. Оценка динамики изменения показателей жизненного состояния деревьев липы показала, что в условиях загрязнения в Липецком промышленном центре в течение вегетационного периода отмечается снижение густоты кроны (на 15%) и увеличение степени повреждения ассимиляционного аппарата (на 15%).

Ключевые слова: липа мелколистная, жизненное состояние, промышленное загрязнение, Липецкий промышленный центр, Елецкий промышленный центр

Для цитирования: Бурняшев А.О., Зайцев Г.А. Динамика изменения жизненного состояния липы мелколистной в пределах крупных промышленных центров липецкой области // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3(33). С. 110-119. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-110-119>.

Original article

DYNAMICS OF CHANGE IN THE LIVE STATE CONDITION OF SMALL-LEAVED LINDEN INSIDE MAJOR INDUSTRIAL CENTRES OF THE LIPETSK REGION

Alexander O. Burnyashev^{1✉}, Gleb A. Zaitsev²

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

¹sany.sany.73@mail.ru✉

²forestry@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the condition of small-leaved linden trees in the large industrial centers of the Lipetsk region (the cities of Lipetsk and Yelets). The influence of atmospheric air pollution on forest communities is manifested in a complex form. Prolonged exposure to negative factors on woody plants leads to a decrease in the length of shoots, a reduction in their number and a decrease in productivity. As a result, there is a decrease in the number and size of leaves, as well as the area of the leaf

surface. The index of the vital condition of linden trees in the Yelets Industrial center is higher than in the Lipetsk Industrial center. It has been established that the vital condition of linden trees in conditions of pollution and control is assessed as healthy. An assessment of the dynamics of changes in the vital signs of linden trees showed that in conditions of pollution in the Lipetsk industrial center during the growing season, there was a decrease in crown density (by 15%) and an increase in the degree of damage to the assimilation apparatus (by 15%).

Keywords: small-leaved linden, live state condition, industrial pollution, Lipetsk Industrial Center, Yelets Industrial Center.

For citation: Burnyashev A.O., Zaitsev G.A. Dynamics of change in the live state condition of small-leaved linden inside major industrial centres of the Lipetsk region. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 3(33), pp. 110-119. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-33-110-119>.

Введение

Загрязнение окружающей среды является одной из наиболее значимых проблем, влияющих на экосистемы и здоровье древесных растений в Липецкой области. В качестве наиболее энергоемкой и крупной промышленной сферы с точки зрения выбросов в атмосферу, можно отметить черную металлургию [16]. С момента своего основания в 1934 году, Липецкий металлургический комбинат (НЛМК) является крупнейшей сталелитейной корпорацией России и входит в топ-25 самых крупных мировых компаний по производству стали. Доля выбросов НЛМК в атмосферу составляет более 80% от всех загрязнений, происходящих от источников с постоянными источниками загрязнения в регионе [5]. Из-за деятельности НЛМК происходят выбросы диоксидов серы и оксида азота, а также тяжелых металлов в атмосферу, что отрицательно сказывается на физиологии и биохимии древесных растений.

В последние годы отечественные и зарубежные исследователи подробно изучили реакцию древесных растений на выбросы токсикантов [11].

Из-за нарушений в фенологических циклах развития и роста растений выявлены нарушения: снижение активности ферментов [14], угнетение фотосинтетического процесса, уменьшение годового прироста побегов и листьев. Формируются аномальные формы и размеры крон деревьев, и как следствие, отмечается сокращение срока жизни деревьев [9].

Влияние загрязнения атмосферного воздуха на лесные сообщества проявляется в комплексном виде [6]. В результате длительного воздействия негативных факторов на древесные растения происходит уменьшение длины побегов, сокращение их количества и снижение продуктивности. В результате этого происходит уменьшение количества и размеров листьев, а также площади листовой поверхности.

Вопросы воздействия токсикантов на древесные растения в пределах Липецкой области исследованы лишь частично [4]. По большей части исследования, проводимые этими авторами, были направлены на выявление внешних признаков влияния атмосферного загрязнения (хлороз и некроз листьев), а также состояние травяного покрова, его плотность, цвет и другие. В пределах Липецкого и Елецкого промышленного центра были изучены особенности роста сосны обыкновенной [17], березы повислой [8] дуба черешчатого [2]. Исследования по оценке влияния промышленного загрязнения на рост и развитие липы мелколистной в пределах Липецкой области не проводились.

Поэтому целью исследования было изучение эколого-биологических особенностей липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) и оценка относительного жизненного состояния деревьев липы в условиях техногенного загрязнения в пределах г. Липецка и г. Ельца.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в течение 2024 года с мая по июль. В качестве объекта исследования были подобраны разновозрастные насаждения с участием липы мелколистной в двух промышленных центрах Липецкой области – в г. Липецке и в г. Ельце. Насаждения подбирались с учетом уровня загрязнения. Тестовые насаждения (зона загрязнения) были выбраны в окрестностях НЛМК (г. Липецк) и в центральной части г. Ельца. Контроль подбирались с уче-

том розы ветров на расстоянии не менее 10-15 км от промышленных центров. Для г. Липецка контрольные насаждения располагались в с. Большой Самовец, для г. Ельца – в с. Красный Куст. Расположение насаждений показано на рис.1 и 2.

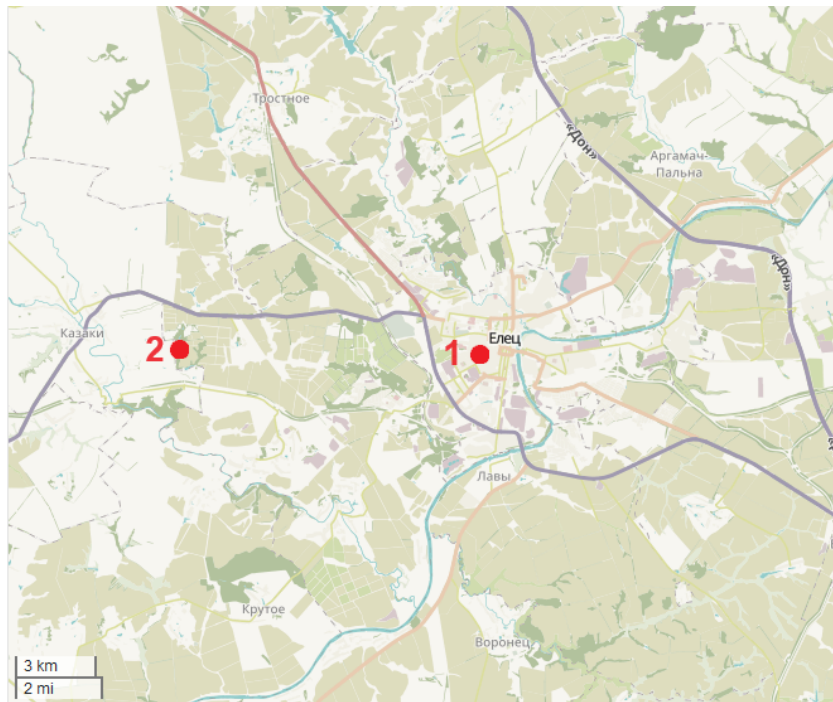


Рисунок 1. Картограмма расположения пробных площадей в насаждениях липы мелколистной (Елецкий промышленный центр: 1 – зона загрязнения, 2 – относительный контроль)

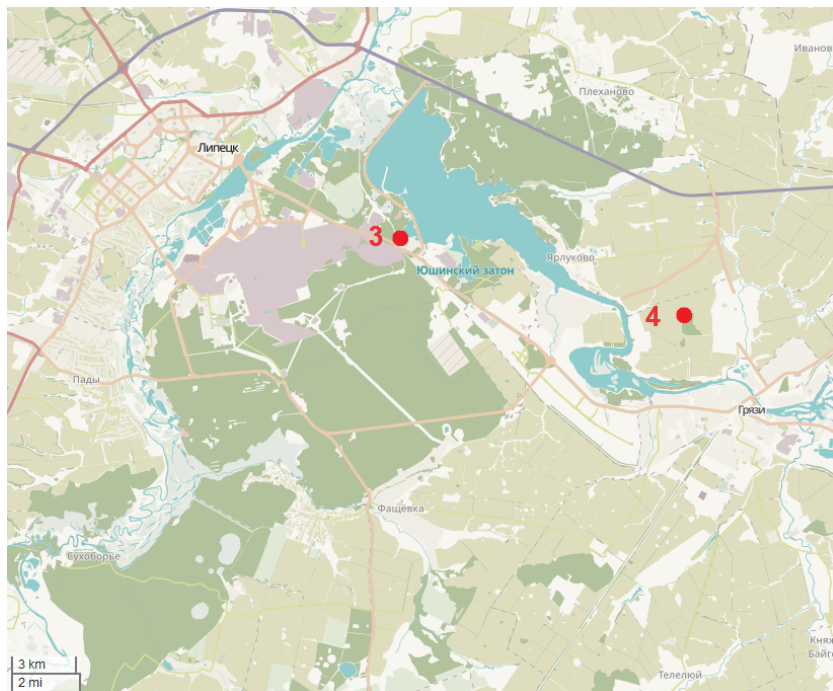


Рисунок 2. Картограмма расположения пробных площадей в насаждениях липы мелколистной (Липецкий промышленный центр: 1 – зона загрязнения, 2 – относительный контроль)

В насаждениях липы мелколистной проведена таксация деревьев. Средняя высота деревьев липы в городе Ельце составляет 12-15 м, средний диаметр стволов – 28 см (рис.3).



Рисунок 3. Деревья липы мелколистной в г. Елец

Средняя высота деревьев липы в с. Красный Куст (контрольные насаждения для г.Ельца) составляет 10-12 м, средний диаметр стволов – 24 см (рис.4).



Рисунок 4. Деревья липы мелколистной в окрестностях с. Красный Куст (контрольные насаждения для г. Ельца).

Средняя высота деревьев липы в городе Липецке (окрестности НЛМК) составляет 15 м, средний диаметр стволов – 28 см (рис.5).



Рисунок 5. Деревья липы мелколистной в г. Липецке (окрестности НЛМК).

Средняя высота деревьев липы в с. Большой Самовец (контрольные насаждения для г.Липецка) составляет 10-12 м, средний диаметр стволов – 22 см (рис.6).



Рисунок 6. Деревья липы мелколистной в окрестностях с. Большой Самовец (контрольные насаждения для г.Липецка).

В ходе проведения исследований было оценено относительное жизненное состояние (ОЖС) липы мелколистной по методике В.А.Алексеева [1], произрастающей в Елецком и Липецком промышленных центрах. При оценке ОЖС учитывалось состояние кроны деревьев, степень повреждения листового аппарата, наличие или отсутствие сухих веток и вершин, а также состояние стволов (наличие морозобойных трещин, механических повреждений) (табл. 1).

Таблица 1. Категории относительного жизненного состояния деревьев

Категория дерева	Диагностические признаки			Индекс ОЖС (L _n)
	густота кроны	наличие мертвых сучьев	степень повреждения листьев	
здоровое	85-100 %	0-15 %	0-10 %	80-100
ослабленное	55-85 %	15-45 %	10-45 %	50-79
сильно ослабленное	20-55 %	45-65 %	45-65 %	20-49
отмирающее	0-20 %	70-100 %	70-100 %	5-19
сухое	0%	100%	нет хвои	<5

В ходе работы оценивалось ОЖС каждого отдельного дерева с последующим выводением жизненного состояния всего насаждения по пяти категориям: здоровое, ослабленное, сильно ослабленное, усыхающее и полностью разрушенное по формуле:

$$L_N = \frac{100 \cdot n_1 + 70 \cdot n_2 + 40 \cdot n_3 + 5 \cdot n_4}{N}, \quad (1)$$

где: L_N – относительное жизненное состояние насаждения;

n₁ – количество здоровых деревьев на пробной площади;

n₂, n₃, n₄ – то же для ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно;

100, 70, 40, 5 – коэффициенты, выражающие (в процентах) относительное жизненное состояние здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев;

N – общее количество деревьев в пределах пробной площади.

Исследования проводились в вегетационной динамике с мая по июль 2024 года. Все показатели, характеризующие жизненное состояние деревьев, оценивались в одно и то же время, а именно в середине каждого месяца.

Полученные данные обрабатывались общепринятыми статистическими методами (Зайцев, 1984) с применением программы Excel 8.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка ОЖС показала (табл. 2), что состояние деревьев липы мелколистной в пределах Елецкого промышленного центра (в загрязнении и в контроле) оценивается как «здоровое». Индекс ОЖС составляет 90-95%. Деревья имеют хорошо сформированную крону, отсутствует суховершинность, и нет мертвых сучьев на стволах. Повреждение ассимиляционного аппарата незначительное (не более 5%) и связано с небольшими погрызами листогрызущими насекомыми.

Таблица 2. Характеристика жизненного состояния деревьев липы мелколистной в пределах Липецкой области

Расположение	Густота кроны, %	Наличие мертвых сучьев, %	Степень повреждения листьев, %	L _n , %
Елецкий промышленный центр				
Загрязнение	90	0	5	90
Контроль	95	0	5	95
Липецкий промышленный центр				
Загрязнение	85	5	15	82
Контроль	90	0	5	94

Оценка ОЖС показала, что состояние деревьев липы мелколистной в пределах Липецкого промышленного центра (в загрязнении и в контроле) оценивается как «здоровое». Однако индекс ОЖС в условиях загрязнения составляет 82%, т.е. деревья находятся в «переходной зоне» от «здоровых» к «ослабленным». Снижение ОЖС в условиях загрязнения связано с повреждениями ассимиляционного аппарата до 15% (наблюдаются краевые некрозы и хлорозы) и наличием мертвых сучьев на стволах. В контроле индекс ОЖС составляет 94%.

Оценка изменений показателей жизненного состояния деревьев липы мелколистной в вегетационной динамике (табл.3) показала, что густота кроны значительно не изменяется в зависимости от местопроизрастания (загрязнение или контроль), за исключением Липецкого промышленного центра, где происходит снижение густоты кроны на 15%. Также здесь отмечается увеличение степени повреждения ассимиляционного аппарата (до 15%). В первые месяцы (май и июнь) отмечались только хлорозы (как правило, краевые), но в июле на листьях начинают появляться хлорозы, что может свидетельствовать о негативном воздействии высокого уровня загрязнения в окрестностях НЛМК.

Таблица 3. Динамика изменения показателей жизненного состояния деревьев липы мелколистной в пределах Липецкой области

Расположение		Густота кроны, %	Наличие мертвых сучьев, %	Степень повреж- дения листьев, %
Елецкий промышленный центр				
Загрязнение	Май	95	0	0
	Июнь	93	0	3
	Июль	90	0	5
Контроль	Май	95	0	0
	Июнь	95	0	0
	Июль	95	0	5
Липецкий промышленный центр				
Загрязнение	Май	93	0	4
	Июнь	88	0	10
	Июль	85	5	15
Контроль	Май	95	0	0
	Июнь	92	0	3
	Июль	90	0	5

Из-за антропогенных аномалий, вызванных повышенными концентрациями вредных веществ в атмосфере, ухудшаются условия жизни людей, растений и животных [10]. Высокая степень загрязненности окружающей среды является основным лимитирующим, а в некоторых случаях и летальным фактором для жизнедеятельности растений. Это подтверждается масштабными повреждениями лесных насаждений, которые наносят промышленные предприятия. Наиболее уязвимыми к загрязнению воздуха являются растения с автотрофным метаболизмом [7, 9, 12].

Многие виды древесных растений способны выдерживать небольшое количество токсичных веществ в воздухе без последствий для своего роста и развития. В то же время при достижении определенного предела токсической концентрации нарушаются многие физиологические функции древесных растений – изменяется проницаемость клеточных мембран, подавляются процессы в ферментативных системах, происходят трансформация, слияние и разрушение пластид, водный баланс нарушается. Как результат, это приводит к повреждению и гибели отдельных групп клеток и тканей растений [15].

Пыль, содержащая оксиды различных металлов, оказывает негативное воздействие на лесные экосистемы. Способность древесных растений к осаждению пыли определяется их облиственностью (охвоенностью), размером и формы кроны, уровнем концентрации пыли в атмосфере, а также количеством атмосферных осадков, способствующих смыванию пыли с

хвои и листьев. Отрицательное влияние пыли, в первую очередь, сказывается на регулировании процессов круговорота химических элементов в почве. Она поглощает значительное количество техногенных загрязнителей, частично фиксируя их в почвенной массе и частично преобразуя в растениях. Поступление и накопление токсичных веществ в древесные растения происходит через их корневую систему, что приводит к аномальному развитию и замедлению роста растений, а также к накоплению токсикантов в вегетативных и генеративных органах [3, 13].

Наши исследования показали, что в условиях высокого уровня промышленного загрязнения в пределах Липецкого и Елецкого промышленных центров деревья липы мелколистной успешно произрастают. В целом, жизненное состояние деревьев липы оценивается как здоровое вне зависимости от условий произрастания (контроль или загрязнение). В условиях высокого уровня загрязнения в Липецком промышленном центре отмечается снижение показателей жизненного состояния деревьев, а именно густоты кроны и степени повреждения листьев. В июле было зафиксировано появление сухих веток в кроне липы. В целом, жизненное состояние в условиях загрязнения Липецкого промышленного центра оценивается как здоровое (индекс ОЖС равен 82%). Однако такое значение индекса ОЖС говорит, что в августе возможно изменение категории состояния деревьев липы от «здоровых» к «ослабленным».

В целом, полученные результаты позволяют сделать вывод о высокой адаптационной способности липы мелколистной к действию промышленного загрязнения. Исходя из этого, липу мелколистную можно рекомендовать для озеленения и формирования санитарно-защитных насаждений в промышленных центрах Липецкой области.

Выводы

1. Состояние липы мелколистной в условиях промышленного загрязнения на территории Липецкого и Елецкого промышленных центров характеризуется как здоровое. Индекс ОЖС деревьев липы в Елецком промышленном центре составляет 90-95%. Индекс ОЖС деревьев липы в Липецком промышленном центре 82-94%

2. Снижение жизненного состояния деревьев липы мелколистной в условиях Липецкого промышленного центра (по сравнению с Елецким промышленным центром) происходит за счет уменьшения густоты кроны (на 15%) и увеличения степени повреждения ассимиляционного аппарата (на 15%).

3. Проведена оценка изменения показателей жизненного состояния деревьев липы мелколистной в вегетационной динамике. Наличие мертвых сучьев на стволах деревьев липы в течение вегетационного периода не изменяется, кроме Липецкого промышленного центра, где в июле отмечается появление небольшого количества мертвых сучьев. Основные изменения происходят за счет увеличения степени повреждения ассимиляционного аппарата и уменьшения густоты кроны (в Липецком промышленном центре).

Список источников

1. Алексеев В.А. Некоторые вопросы диагностики и классификации поврежденных загрязнением лесных экосистем // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Ленинград: Наука, 1990. С.38-54.

2. Афанасов Н.А., Зайцев Г.А. Формирование ассимиляционного аппарата дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях Липецкого промышленного центра // Успехи современной науки. 2017. № 3. Т. 9. С. 97-99.

3. Безель В.С., Жуйкова Т.В. Химическое загрязнение среды: участие травянистой растительности в биогенных циклах химических элементов // Экология. 2007. № 4. С. 259-267.

4. Большова О.Г., Бухарина И.Л. Состояние и пути оптимизации озеленения малых городов Липецкой области // Вестник ПГТУ. 2012. № 2. С.79-85.

5. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Липецкой области в 2018 году». Липецк, 2019. 224 с.

6. Дрожжин Д.П., Тугыгин Г.С. Состояние ассимиляционного аппарата сосновых насаждений в условиях техногенного загрязнения в Онежском лесхозе // Стационарные лесоэкологические исследования: методы, итоги, перспективы. Сыктывкар, 2003. С.52-53.
7. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев: Наукова думка, 1978. 246 с.
8. Логвинов К.В., Зайцев Г.А. Формирование ассимиляционного аппарата березы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях Липецкого промышленного центра // Успехи современной науки. 2017. № 2. Т. 5. С. 50-52.
9. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука. 1979. 280 с.
10. Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2005. 370 с.
11. Ростунов А.А., Кончина Т.А. Влияние техногенных загрязнений на физиологические показатели листьев древесных растений на примере г. Арзамаса // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». 2016. Т. 15. С. 68-79.
12. Сергейчик С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. Минск: Наука і тэхніка, 1994. 279 с.
13. Солнцева М.П., Глазунова К.П. Влияние промышленного и транспортного загрязнения среды на репродукцию семенных растений // Журн. общ. биол. 2010. Т. 71. № 2. С. 163-175.
14. Тарабрин В.П. Природа устойчивости растений к промышленным экстремалам // Адаптация древесных растений к экстремальным условиям среды. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1984. С.90-97.
15. Тужилкина В.В., Ладанова Н.В., Плюснина С.Н. Влияние техногенного загрязнения на фотосинтетический аппарат сосны // Экология. 1998. № 2. С. 89-93.
16. Griffin P.W., Hammond G.P. Analysis of the potential for energy demand and carbon emissions reduction in the iron and steel sector // Energy Procedia. 2019. Vol. 158. Pp. 3915-3922.
17. Zaitsev G.A., Dubrovina O.A., Shainurov R.I. Iron and manganese migration in «soil-plant» system in Scots pine stands in conditions of contamination by the steel plant's emissions // Scientific Reports. 2020. Vol. 10. Article number: 11025.

References

1. Alekseyev V.A. Some issues of diagnosis and classification of damaged by pollution forest ecosystems. Forest ecosystems and atmospheric pollution. Leningrad: Science, 1990, pp. 38-54.
2. Afanasov N.A., Zaitsev G.A. Formation of the assimilation apparatus of cherry oak (*Quercus robur* L.) in conditions of Lipetsk industrial center. Achievements of modern science, 2017, no. 9, vol. 3, pp. 97-99.
3. Bezel V.C. Zhikova T.V. Chemical pollution of the environment: participation of herbaceous vegetation in biogenic cycles of chemical elements. Russian Journal of Ecology, 2007, no. 4, pp. 259-267.
4. Bolyshova O.G., Bukharina I.L. State and ways of optimization of greening small towns in the Lipetsk region. The Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University, 2012, no. 2, pp. 79-85.
5. Report «State and protection of the environment in the Lipetsk region in 2018». Lipetsk, 2019. 224 p.
6. Drozhjin D.P., Tugygin G.S. State of assimilation apparatus of pine plantations under conditions of man-made pollution in the Onezhsky forest. Stationary forest ecological research: methods, outcomes, perspectives. Syktyvkar, 2003, pp. 52-53.
7. Ilkun G.M. Air and plant pollutants. Kiev: Naukova dumaka, 1978. 246 p.
8. Logvin K.V., Zaitsev G.A. Formation of assimilating apparatus of birch (*Betula pendula* Roth) in conditions of the Lipetsk industrial center. Achievements of modern science, 2017, no. 5, vol. 2, pp. 50-52.

9. Nikolayevsky V.S. Biological foundations of gas-resistance plants. Novosibirsk: Science. 1979. 280 p.
10. Pavlov I.N. Wood plants in conditions of man-made pollution. Ulan-Ude: BNC CO RAN, 2005. 370 p.
11. Rostunov A.A., Konchina T.A. Influence of technological pollution on physiological performance of woody plant leaves as an example of Arzamas. Izvestia Irkutsk State University. Series «Biology. Ecology», 2016, vol. 15, pp. 68-79.
12. Sergyuchik S.A. The Resistance of Wood Plants in a Techno-Genic Environment. Minsk: Navouka i tehnika, 1994. 279 p.
13. Solntseva M., Glazunova K.P. Influence of industrial and transport pollution on reproduction of seed plants. J. General. Bio, 2010, vol. 71, no. 2, pp. 163-175.
14. Tarabrin V.P. Nature of plant resistance to industrial scavengers. Adaptation of wood plants to extreme environmental conditions. Petrozavodsk: Karelian branch of AN USSR, 1984. pp. 90-97.
15. Tugilkina V.V., Ladanova N.V., Plusnina S.N. Influence of man-made pollution on photosynthetic apparatus of pine. Ecology, 1998, no. 2, pp. 89-93.
16. Griffin P.W., Hammond G.P. Analysis of the potential for energy demand and carbon emissions reduction in the iron and steel sector. Energy Procedia, 2019, vol. 158, pp. 3915-3922.
17. Zaitsev G.A., Dubrovina O.A., Shainurov R.I. Iron and manganese migration in «soil-plant» system in Scots pine stands in conditions of contamination by the steel plant's emissions. Scientific Reports, 2020, vol. 10, article number: 11025.

Информация об авторах

А.О. Бурняшев – аспирант;

Г.А. Зайцев – доктор биологических наук, профессор кафедры химико-биологических дисциплин и фармакологии

Information about the authors

A.O. Burnyashev – Postgraduate student;

G.A. Zaitsev – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Chemical and Biological Disciplines and Pharmacology

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))

- Агроэкология и рациональное природопользование

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. Редакция может принимать решение о внеочередной публикации статьи.

Подготовка статьи к публикации, проводимая редакцией журнала, состоит в литературном и техническом редактировании. Редакторские правки согласуются с авторами.

Научное издание

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Выпуск 3 (№ 33)

*Корректор – С.Е. Гридчина
Техническое исполнение – В.М. Гришин*

Знак информационной продукции 12+

Подписано в печать: 23.09.2024
Дата выхода в свет: 24.09.2024
Бумага формат А-4 (61,5 п.л.)
Гарнитура Times
Печать трафаретная
Тираж 1000 экз. Заказ № 64
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