

Известия

Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова

Научно-практический журнал

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (ПИ № ФС77-75291 от 15 марта 2019 г.). Индекс издания ПП921 АО «Почта России». Издаётся с 2013 г. Выходит 4 раза в год.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

УЧРЕДИТЕЛЬ: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Шекихачев Ю. А. – д-р техн. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Дзуганов В. Б. – д-р техн. наук, доц.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Тамахина А. Я. – д-р с.-х. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Айсанов З. М. – д-р с.-х. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Анахаев К. Н. – д-р техн. наук, проф.,
Институт прикладной математики и автоматизации
Кабардино-Балкарского научного центра РАН
(Нальчик, Россия)
Аширбеков М. Ж. – д-р с.-х. наук, доц., Северо-
Казахстанский университет имени М. Козыбаева
(Петропавловск, Республика Казахстан)
Бакуев Ж. Х. – д-р с.-х. наук, доц., Северо-Кавказский
научно-исследовательский институт горного
и предгорного садоводства (Нальчик, Россия)
Батукаев А. А. – д-р с.-х. наук, проф.,
Чеченский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства (Грозный, Россия)
Васюкова А. Т. – д-р техн. наук, проф.,
Российский биотехнологический университет
(РОСБИОТЕХ) (Москва, Россия)
Власова О. И. – д-р с.-х. наук, доц.,
Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Россия)
Гварамия А. А. – д-р физ.-мат. наук, проф.,
акад. АН Абхазии, Абхазский государственный
университет (Сухум, Республика Абхазия)
Гудковский В. А. – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН,
Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина
(Мичуринск, Россия)
Гукежев В. М. – д-р с.-х. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский научный центр РАН
(Нальчик, Россия)
Джабоева А. С. – д-р техн. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Есаулко А. Н. – д-р с.-х. наук, проф., проф. РАН,
Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Россия)
Камбулов С. И. – д-р техн. наук, доц., Аграрный
научный центр «Донской» (Зерноград, Россия)
Караева Ф. Е. – д-р экон. наук, доц.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Кожиков М. К. – д-р биол. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Курасов В. С. – д-р техн. наук, доц.,
Кубанский ГАУ (Краснодар, Россия)
Максимов В. И. – д-р биол. наук, проф.,
Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина
(Москва, Россия)
Марченко В. В. – д-р с.-х. наук, проф., чл.-кор. РАН,
Всероссийский научно-исследовательский институт
племенного дела (Московская область, Пушкино,
пос. Лесные поляны, Россия)
Мукайлов М. Д. – д-р с.-х. наук, проф.,
Дагестанский ГАУ (Махачкала, Россия)
Назранов Х. М. – д-р с.-х. наук, доц.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Несмиянов И. А. – д-р техн. наук, доц.,
Волгоградский ГАУ (Волгоград, Россия)
Сокол Н. В. – д-р техн. наук, проф., Кубанский ГАУ
(Краснодар, Россия)
Тамова М. Ю. – д-р техн. наук, проф.,
Кубанский государственный технологический
университет (Краснодар, Россия)
Тарчоков Т. Т. – д-р с.-х. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Темираев Р. Б. – д-р с.-х. наук, проф.,
Горский ГАУ (Владикавказ, Россия)
Успенский А. В. – д-р ветеринар. наук, проф., чл.-кор.
РАН, Федеральный научный центр – Всероссийский
научно-исследовательский институт экспериментальной
ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко
Российской академии наук (Москва, Россия)
Ханиева И. М. – д-р с.-х. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)
Шевхужев А. Ф. – д-р с.-х. наук, проф., Всероссийский
научно-исследовательский институт овцеводства
и козоводства – филиал Северо-Кавказского
федерального научного аграрного центра
(Ставрополь, Россия)
Шеуджен А. Х. – д-р биол. наук, проф., акад. РАН,
Всероссийский научно-исследовательский институт риса
(Краснодар, Россия)
Шогенов Ю. Х. – д-р техн. наук, акад. РАН, Отделение
сельскохозяйственных наук РАН (Москва, Россия)
Юлдашбаев Ю. А. – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН,
РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва, Россия)

Izvestiya

of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Scientific and practical journal

Registered by Federal Communication Supervision Service of Information Technologies and Mass Communication (PI № FS77-75291 from March, 15, 2019). Publication index PP921 JSC Russian Post. Issued since 2013. It is published four times a year.

The journal is included in the List of the peer-reviewed scientific publications, in which the basic scientific results of dissertations for the degree of candidate of science, for the degree of doctor of science should be published

FOUNDER: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov"

EDITOR-IN-CHIEF:

Shekikhachev Yu.A. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

ASSISTANT CHIEF EDITOR:

Dzukanov V.B. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

EXECUTIVE EDITOR:

Tamakhina A. Ya. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

EDITORIAL BOARD:

Aisanov Z.M. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Anakhaev K.Kh. – Prof., Dr. Sci.,
Institute of Applied Mathematics and Automation
Kabardino-Balkarian Scientific Center of the
Russian Academy of Sciences (Nalchik, Russia)
Ashirbekov M.Zh. – Assoc. Prof., Dr. Sci., North
Kazakhstan University named after M. Kozybayev
(Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan)
Bakuev Zh.Kh. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
North Caucasian Research Institute of Mountain
and Foothill Gardening (Nalchik, Russia)
Batukaev A.A. – Prof., Dr. Sci.,
Chechen Research Institute of Agriculture
(Grozny, Russia)
Vasyukova A.T. – Prof., Dr. Sci., Russian Biotechnological
University (ROSBIOTECH) (Moscow, Russia)
Vlasova O.I. – Assoc. Prof., Dr. Sci., Stavropol SAU
(Stavropol, Russia)
Gvaramiya A.A. – Prof., Dr. Sci., Academician of AS
of Abkhazia, Abkhazian State University
(Sukhum, Republic of Abkhazia)
Gudkovskiy V.A. – Prof., Dr. Sci., Academician
of RAS, Federal Scientific Center named after
I.V. Michurin (Michurinsk, Russia)
Gukezhev V.M. – Prof., Dr. Sci., Kabardino-Balkarian
Scientific Center RAS (Nalchik, Russia)
Dzhaboeva A.S. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Esaenko A.N. – Prof., Dr. Sci., Prof. of RAS,
Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russia)
Kambulov S.I. – Assoc. Prof., Dr. Sci., Agrarian
Scientific Center "Donskoy" (Zernograd, Russia)
Karaeva F. E. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

Kozhokov M. K. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Kurasov V.S. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kuban SAU (Krasnodar, Russia)
Maksimov V.I. – Prof., Dr. Sci.,
Moscow State Academy of Veterinary Medicine and
Biotechnology – MVA named after K.I. Scryabin
(Moscow, Russia)
Marchenko V.V. – Prof., Dr. Sci., Corr. Member of RAS,
All-Russian Research Institute of Pedigree Business
(Moscow region, Pushkino, Lesnye Polyany village,
Russia)
Mukailov M. D. – Prof., Dr. Sci., Dagestan State Agrarian
University (Makhachkala, Russia)
Nazranov Kh.M. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Nesmiyanov I.A. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Volgograd SAU (Volgograd, Russia)
Sokol N.V. – Prof., Dr. Sci., Kuban SAU
(Krasnodar, Russia)
Tamova M.Yu. – Prof., Dr. Sci.,
Kuban State Technological University
(Krasnodar, Russia)
Tarchokov T.T. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Temiraev R.B. – Prof., Dr. Sci., Gorsky SAU
(Vladikavkaz, Russia)
Uspenskiy A.V. – Prof., Dr. Sci., Corr. Member of RAS,
Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute
of Experimental Veterinary named after K.I. Scryabin and
Y.R. Kovalenko Russian Academy of Sciences
(Moscow, Russia)
Khanieva I.M. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Shevkhuzhev A.F. – Prof., Dr. Sci., All-Russian Research
Institute of Sheep and Goat Breeding – branch of the
North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center
(Stavropol, Russia)
Sheudzen A.Kh. – Prof., Dr. Sci., Academician of RAS,
All-Russian Rice Research Institute (Krasnodar, Russia)
Shogenov Yu.Kh. – Dr. Sci., Academician of RAS,
Department of Agricultural Sciences RAS
(Moscow, Russia)
Yuldashbaev Yu.A. – Prof., Dr. Sci., Academician of RAS,
Russian Timiryazev State Agrarian University
(Moscow, Russia)

СОДЕРЖАНИЕ**АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО****Общее земледелие и растениеводство**

- Князев Б. М., Аширбеков М. Ж., Афаунов И. А., Шерегов А. А.**
Перспективы производства рапсового масла в условиях Кабардино-Балкарии **7**

- Ханиева И. М., Шогенов Ю. М.**
Применение современных регуляторов роста при выращивании гороха посевного в предгорной
зоне Кабардино-Балкарской Республики **15**

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ**Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства**

- Горелик О. В., Харлап С. Ю., Горелик А. С.**
Влияние живой массы матерей на продуктивные качества первотелок **25**

- Хуранов А. М., Гукежев В. М., Шипшев Б. М.**
Сравнительный анализ продолжительности стельности дочерей быков-производителей **35**

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

- Айсанов З. М., Тарчоков Т. Т., Тлейншева М. Г.**
Результативность отбора на основе селекционного индекса высокопродуктивных дочерей быков
с племенными категориями, установленными модифицированным методом **43**

- Басонов А. О., Илиади Ю. Х., Кулаткова А. С., Басонов О. А.**
Шерстная продуктивность и качество шерсти молодняка овец горьковской породы и их помесей ... **54**

- Колосов Ю. А., Засемчук И. В., Абонеев В. В., Колосова Н. Н.**
Возрастная характеристика селекционных признаков стада основных и ремонтных баранов сальской
породы **62**

- Пономарев В. В., Квашнина М. А., Мерзлякова А. В.**
Оценка эффективности разведения овец волгоградской породы в различных природно-
климатических зонах и системах ведения хозяйства **69**

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса**

- Апхудов Т. М., Шекихачева Л. З.**
Моделирование технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев **81**

- Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Скрипкин Д. В., Гагарина Е. В.**
Технологическое обоснование гербицидной обработки овощных культур опрыскиванием с боковым
распылом **91**

- Жирикова З. М., Алоев В. З.**
Перколяционные модели для описания теплопроводности полимерных конструкционных материалов **101**

- Коцоева Э. Г., Нартикоева Л. Г., Уртаев Т. А.**
Обоснование динамических параметров серповидного режущего ножа виноградоочеканочной машины **109**

Мисиров М. Х., Егожев А. М., Апхудов Х. А. Обоснование компоновки роторов в рабочих органах садовой фрезы	119
---	------------

Пищевые системы

Крюкова Е. В., Тулякова Т. В., Фоменко Н. В., Павельев С. Ю. Проблемы управления аллергенами на предприятиях общественного питания	128
--	------------

Нзейimana Д., Бугаец Н. А., Руденко О. В. Влияние биокаталитических и физических факторов замачивания на содержание фитиновой кислоты в зерне гибрида кукурузы BAZOKA	139
---	------------

Хамицаева А. С., Алборова С. З., Хетагурова Б. Т., Караева И. Т. Оценка содержания и структуры полифенолов в некультивируемых растениях	148
---	------------

Хоконова М. Б. Разработка технологии производства сидра из сортосмесей яблок зимних сроков созревания	157
---	------------

ЭКОНОМИКА

Менеджмент

Кудзаева И. Л., Сужаев Л. П. Защита и обработка персональных данных работника в эпоху цифровизации: правовые и организационные аспекты	163
--	------------

ЮБИЛЯРЫ

С юбилеем Анахаева К. Н.	172
С юбилеем Власову О. И.	174

CONTENTS

AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

General Farming and Crop Production

Knyazev B.M., Ashirbekov M.Zh., Afaunov I.A., Sheregov A.A. Prospects of rapeseed oil production in Kabardino-Balkaria	7
--	----------

Khanieva I.M., Shogenov Yu.M. The use of modern growth regulators in the cultivation of peas in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic	15
---	-----------

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Private Zootechnics, Feeding, Feed Preparation Technologies
and Livestock Production

Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Gorelik A.S. The influence of maternal live weight on the productive performance of first-calf heifers	25
---	-----------

Khuranov A.M., Gukezhev V.M., Shipshev B.M. Comparative analysis of the duration of pregnancy of daughters of stud bulls	35
--	-----------

Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals

Aisanov Z.M., Tarchokov T.T., Tleynsheva M.G. The effectiveness of selection based on the selection index highly productive daughters of bulls with breeding categories, installed using a modified method	43
--	-----------

Basonov A.O., Iliadi Yu.Kh., Kulatkova A.S., Basonov O.A. Wool productivity and wool quality of young Gorky breed sheep and their crossbreeds	54
---	-----------

Kolosov Yu.A., Zasemchuk I.V., Aboneev V.V., Kolosova N.N. Age characteristics of the main selection traits of a herd of main and replacement rams of the Salsk breed ..	62
--	-----------

Ponomarev V.V., Kvashnina M.A., Merzlyakova A.V. Assessment of the effectiveness of development Volgograd breed sheep in different natural-climatic zones and management systems	69
--	-----------

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex

Apkhudov T.M., Shekikhacheva L.Z. Modeling the technological process of recycling fruit tree branches	81
---	-----------

Borisenko I.B., Meznikova M.V., Skripkin D.V., Gagarina E.V. Technological justification for herbicidal treatment of vegetable crops using the side spray method	91
--	-----------

Zhirikova Z.M., Alov V.Z. Percolation models for describing the thermal conductivity of polymer structural materials	101
--	------------

Kotsoeva E.G., Nartikoeva L.G., Urtaev T.A. Justification of dynamic parameters of a crescent-shaped cutter blade for a vine shoot trimming machine ...	109
---	------------

Misirov M.Kh., Egozhev A.M., Apkhudov Kh.A. Justification for the arrangement of rotors in the working parts of a garden rotary tiller	119
--	------------

Food Systems

Kryukova E.V., Tulyakova T.V., Fomenko N.V, Paveliev S.Yu. Allergen management challenges in food service establishments	128
Nzeyimana D., Bugaets N.A., Rudenko O.V. Effects of biocatalytic and physical soaking factors on phytic acid content in BAZOKA hybrid maize grain	139
Khamitsaeva A.S., Alborova S.Z., Khetagurova B.T., Karaeva. I.T. Assessment of the content and structure of polyphenols in non-cultivated plants	148
Khokonova M.B. Development of a technology for producing cider from winter-ripening apple variety mixtures	157

**ECONOMY
Management**

Kudzaeva I.L., Suzhaev L.P. Protection and processing of employee personal data in the digital age: legal and organizational aspects	163
---	------------

ANNIVERSARIES

Congratulations to Anakhaev K.N.	172
Congratulations to Vlasova O.I.	174

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT**Общее земледелие и растениеводство**
General Farming and Crop Production

Научная статья

УДК 633.853.494:664.34(470.64)

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-7-14

**Перспективы производства рапсового масла
в условиях Кабардино-Балкарии****Борис Музакирович Князев¹, Мухтар Жолдыбаевич Аширбеков²,
Ислам Альбертович Афаунов³, Амир Артурович Шерегов⁴**^{1,3,4}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1 в, Нальчик, Россия, 360030²Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, улица Ерлепесова, 1, посёлок Алмалыбак, Карасайский район, Алматинская область, Республика Казахстан, 040909¹knyazevb419@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9484-1534>²mukhtar_agro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8843-6516>

Аннотация. В статье представлены результаты исследований (2024–2025 гг.) по изучению влияния регуляторов роста растений на формирование элементов продуктивности, масличности и качества семян различных сортов озимого рапса в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения в Кабардино-Балкарской Республике. Была поставлена цель разработать отдельные приёмы технологии возделывания озимого рапса, способствующие повышению продуктивности растений. Были использованы существующие методы по определению продуктивности и качества производимой продукции. Независимо от сорта и зоны возделывания, регуляторы роста растений существенно повлияли на продуктивность озимого рапса. Они способствовали усилению ростовых процессов, увеличению урожайности и масличности семян исследуемых сортов. На формирование элементов продуктивности растений озимого рапса в условиях неустойчивого и недостаточного увлажнения повлияла также густота стояния растений. В тех вариантах опыта, где густота растений была 1 млн на гектар, число и масса семян одного растения составляли в среднем 320 штук и 1,5 граммов соответственно, а при густоте 500 тыс./га 560 штук и 3,2 г. Особенно следует отметить содержание масла в семенах в зависимости от густоты стояния растений. В тех вариантах, где число растений на гектар составило 500 тысяч, масса семян и масличность выражены лучшими показателями за счёт продуктивности растений. То есть на изреженных посевах каждое растение в отдельности развивалось лучше, чем в загущенных посевах, получая больше элементов питания и влаги. Урожайность и выход масла с единицы площади выше на 5–8% в изреженных посевах, чем в загущенных посевах, и это наблюдается по всем сортам рапса в зонах выращивания.

Ключевые слова: озимый рапс, зона возделывания, регуляторы роста, густота стояния, сорта, урожайность

Для цитирования: Князев Б. М., Аширбеков М. Ж., Афаунов И. А., Шерегов А. А. Перспективы производства рапсового масла в условиях Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 7–14. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-7-14

Original article

Prospects of rapeseed oil production in Kabardino-Balkaria

Boris M. Knyazev^{✉1}, **Mukhtar Zh. Ashirbekov**², **Islam A. Afaunov**³, **Amir A. Sheregov**⁴

^{1,3,4}Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

²Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Crop Production, 1 Erlepesov Street, Village Almalybak, Karasai District, Almaty Region, Republic of Kazakhstan, 040909

^{✉1}knyazevb419@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9484-1534>

²mukhtar_agro@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8843-6516>

Abstract. The article presents the results of research on the influence of plant growth regulators on the formation of elements of productivity, oil content and seed quality of various varieties of winter rapeseed in areas of insufficient and unstable moisture in Kabardino-Balkaria. The goal was to develop separate techniques for the cultivation of winter rapeseed, contributing to an increase in plant productivity in 2024–2025. The existing methods for determining the productivity and quality of the products were used. Regardless of the variety and cultivation zone, plant growth regulators significantly affected the productivity of winter rapeseed. They contributed to the strengthening of growth processes, increasing the yield and oil content of seeds of the studied varieties. The formation of elements of productivity of winter rapeseed plants in conditions of unstable and insufficient moisture was also influenced by the density of plants. In those experimental variants where the plant density was 1 million per hectare, the number and weight of seeds per plant averaged 320 pieces and 1.5 grams, respectively, and at a density of 500 thousand/ha – 560 pieces and 3.2 g. The oil content in the seeds should be especially noted, depending on the density of the plants. In those variants where the number of plants per hectare was 500 thousand, the seed weight and oil content are expressed by the best indicators due to plant productivity. That is, on thinned crops, each plant individually developed better, receiving more nutrients and moisture than in thickened crops. The yield and oil yield per unit area are 5–8% higher in sparse crops than in thickened crops, this is observed for all rapeseed varieties in the growing areas.

Keywords: winter rapeseed, cultivation area, growth regulators, stand density, varieties, yield

For citation: Knyazev BM, Ashirbekov MZh, Afaunov IA, Sheregov AA. Prospects of rapeseed oil production in Kabardino-Balkaria. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):7–14. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-7-14

Введение. Известно, что в более южных регионах России основной масличной культурой является подсолнечник, который занимает большие площади посева. Однако в последние годы сельхозпроизводители постепенно начали вводить в севооборот озимый рапс для получения растительного масла (в частности в Центрально-Чернозёмной зоне), где периодически подсолнечник не вызревает или даёт низкий урожай, а из семян получают масло низкого качества.

В этой связи возникает актуальный вопрос о необходимости разработки и усовершенствования приёмов технологии возделывания озимого рапса в новых регионах, обеспечивающих высокую продуктивность растений. Условия Кабардино-Балкарии являются благоприятными для высевания озимого рапса и

способствуют получению высокого урожая. Семена рапса характеризуются высокой масличностью. С учётом биологических особенностей растений озимого рапса и климатических условий предгорной (неустойчивое увлажнение) и степной (недостаточное увлажнение) зон можно совершенствовать технологию его возделывания с целью получения высококачественных семян [1–3].

Применение регуляторов роста растений, посев семян различной густоты стояния сортов озимого рапса в предгорной и горной зонах, где климатические условия в период вегетации растений разные, будет способствовать выявлению лучших приёмов технологии, обеспечивающих повышение урожайности и улучшение качества семян.

Исходя из вышеизложенного была поставлена **цель** разработать отдельные приёмы технологии возделывания озимого рапса в условиях Кабардино-Балкарии, способствующие повышению продуктивности растения.

Задачи исследования

1. Применить на посевах озимого рапса различные регуляторы роста растений для определения их влияния на процесс развития растения.

2. Провести предпосевную обработку семян регуляторами роста и опрыскивать посевы озимого рапса в фазе бутонизации или начала цветения.

3. Изучить влияние регуляторов роста растений на формирование элементов продуктивности, урожайность и качество семян.

4. Определить формирование элементов продуктивности и урожайность озимого рапса в зависимости от густоты стояния растений в условиях опыта.

5. Определить влияние регуляторов роста растений на выход и качество масла в зависимости от зоны возделывания и густоты стояния растений.

6. Обосновать экономически применение регуляторов роста растений на посевах озимого рапса.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование проводилось в условиях ООО «Отбор» (зона недостаточного увлажнения) и ООО «Агро-стимул» с. п. «Герменчик» (зона неустойчивого увлажнения) Кабардино-Балкарии. Объектом исследования были сорта озимого рапса Вектра, Дракон, Метеор, характеризующиеся высокой урожайностью в оптимальных условиях выращивания.

На посевах озимого рапса были применены следующие регуляторы роста растений: Агат 25К (30 г/га и 40 г на тонну семян); Энергия М, КРП (5 г/т семян); Агропон С, ВСР (10 мг/га, 10 мл на тонну семян при предпосевной обработке).

Посев проводили широкорядным способом из расчёта 500 тысяч семян и рядовым способом 800 тысяч семян и 1 млн на гектар; почва – выщелоченный чернозём; содержание фосфора низкое, калия – высокое; рН около 7. После уборки определяли урожайность, масличность семян и выход масла в зависимости от применения регуляторов роста и зоны возделывания, а также густоты стояния растений; определяли структуру урожая (в зависимости от приёма технологии) и качество масла, полученного механическим способом в разных условиях выращивания. Полученные

данные подвергли математической обработке по методу Б. Доспехова [4–6].

Результаты исследования. Сравнение всего цикла развития растений озимого рапса в зависимости от сортовых особенностей, густоты стояния растений, применения регуляторов роста и зоны возделывания показали, что на общую продуктивность существенно повлияла не только густота стояния, но и применение регуляторов роста растений, в частности на появление дружных всходов, формирование большего количества стручков и семян на растениях, увеличение массы семян одного растения и массы 1000 семян, а также повышение масличности семян и качества масла.

Период вегетации озимого рапса в среднем составляет 300 дней. Весенняя вегетация начинается при среднесуточной температуре около 2–3 °С. Через две недели после начала вегетации наступает фаза стеблевания и бутонизации. Цветение продолжается, в зависимости от сорта и условий выращивания, 25–30 дней. После цветения семена созревают в течение одного месяца.

В наших исследованиях прохождение фаз роста и развития растений в предгорной зоне проходило на 4–6 дней дольше, чем в степной зоне, где атмосферная температура на весь период вегетации выше на 8–10 °С.

На рост и развитие растения и на формирование семян в стручках, их количества и массы влияет густота стояния растений. Чем меньше растений на единицу площади, тем больше питания и воды приходится на них, следовательно – число и масса семян повышаются. Особенно это проявляется при выращивании рапса в разных климатических условиях. В среднем на одном растении формируется 500 семян рапса с массой 1,5 г, а масса 1000 семян, в зависимости от сорта и условий выращивания, – от 3 до 7 г; диаметр семян составляет до 2 мм; окраска тёмно-коричневая [7–9].

В таблице 1 приводятся данные, полученные после тщательного анализа структуры урожая и качества семян. Регуляторы роста растений заметно повлияли на весь процесс формирования элементов продуктивности растений озимого рапса. Результаты показывают различие между контролем и опытными вариантами во время предпосевной обработки семян препаратами. Дружные всходы с высокой энергией прорастания наблюдались в опытных вариантах с применением регуляторов роста растений.

Таблица 1. Влияние регуляторов роста растений на формирование структуры урожая озимого рапса и его качество в различных зонах выращивания (сорт Метеор)

Table 1. The influence of plant growth regulators on the formation of crop structure of winter rapessed oil and its quality in various growing areas (Meteor variety)

Показатели	Степная зона				Предгорная зона			
	контроль	Агат 25К	Энергия М, КРП	Агропон С, ВСР	контроль	Агат 25К	Энергия М, КРП	Агропон С, ВСР
Число семян, шт./раст.	575	640	566	602	560	566	572	568
Масса семян, г/раст.	2,72	3,2	3,4	3,1	2,9	3,4	3,7	3,3
Масса 1000 семян, г	4	5	6	5	5	6	7	6
Урожайность, т/га	1,21	1,42	1,53	1,39	1,31	1,54	1,68	1,47
Масличность, %	41	43	44	43	39	41	42	40
Выход масла, т/га	0,49	0,61	0,67	0,60	0,51	0,63	0,71	0,59
Запах и вкус	свой- ствен- ный	свой- ствен- ный	свой- ствен- ный	свой- ствен- ный	свой- ствен- ный	свой- ствен- ный	свой- ствен- ный	свой- ствен- ный
Прозрачность масла	про- зрач- ное	про- зрач- ное	про- зрач- ное	про- зрач- ное	про- зрач- ное	про- зрач- ное	про- зрач- ное	про- зрач- ное

В таблице приводятся данные только по сорту Метеор, который имел лучшие показатели по органолептическим и физико-химическим свойствам.

Результаты анализов показали, что регуляторы роста растений повлияли не только на урожайность, но и на выход масла с одного гектара посевов. Различие между урожайностью и выходом масла наблюдалось при сравнении данных по зонам возделывания. Наблюдается также положительная коррелятивная связь между урожайностью и выходом масла ($r=0,85$). На всех опытных вариантах все показатели в опытных вариантах выше на 7–10% относительно «контроля».

Полученные данные дают основание считать, что регуляторы роста, независимо от способа их применения (предпосевная обработка семян или опрыскивание в фазе бутонизации), повышают урожайность и улучшают качество семян. В частности, в условиях степной зоны в варианте «контроль» урожай семян составил 1,21 т/га, а в лучшем опытном варианте (Энергия М, КРП) 1,53 т/га семян. В предгорной зоне, где более умеренный климат, они равны 1,31 и 1,68 т/га соответственно.

Представляет определённый интерес содержание масла в семенах и выход масла с 1 гектара посева. Что касается масличности семян, то все сорта характеризуются в лучшую сторону в зоне недостаточного увлажнения, составляя не менее 43%, особенно по опытному варианту Энергия М, КРП (44%). Количество растительного масла, получаемого с единицы площади зависит не только от масличности семян, но и от урожайности, которая в условиях предгорной зоны выше и, следовательно, общий выход масла больше.

Если выход масла в опытных вариантах составляет в степной зоне 0,6–0,67 т/га, то в предгорной зоне 0,73 т/га. Аналогичные соотношения по масличности семян и по выходу масла с единицы площади наблюдаются и по другим сортам озимого рапса [5, 10, 11].

В таблице 2 приводятся данные, характеризующие сорта озимого рапса в различных зонах выращивания при разной густоте стояния растений. Посев семян озимого рапса обычно проводится на две недели раньше озимых колосовых. Это делается для того, чтобы после всходов семян растения хорошо укоренились, стали более устойчивыми, так как климатические условия степной и предгорной зон существенно различаются.

Таблица 2. Формирование элементов продуктивности и урожая семян озимого рапса в зависимости от густоты стояния растений и зоны выращивания
Table 2. Formation of the elements of productivity and yield of winter rapeseed seeds depending on the density of plants and the growing area

Показатели	Предгорная зона, нормы высева			Степная зона, нормы высева		
	500 тыс./га	800 тыс./га	1 млн/га	500 тыс./га	800 тыс./га	1 млн/га
Сорт Дракон*						
Масса семян, г/раст.	3,0	2,1	2,0	2,9	2,0	1,5
Масса 1000 семян, г	6	5	4	5	4	3
Урожайность, т/га	1,39	1,42	1,31	1,34	1,40	1,25
Масличность, %	42	40	39	44	42	40
Выход масла, т/га	0,58	0,57	0,51	0,59	0,59	0,50
Качество масла	хорошие	хорошие	хорошие	хорошие	хорошие	хорошие
Сорт Метеор						
Масса семян, г/раст.	3,2	2,3	1,7	3,0	2,1	1,5
Масса 1000 семян, г	7	6	5	6	5	4
Урожайность, т/га	1,43	1,48	1,37	1,35	1,39	1,29
Масличность, %	42	40	39	44	42	40
Выход масла, т/га	0,61	0,59	0,53	0,59	0,58	0,52
Качество масла	хорошие	хорошие	хорошие	хорошие	хорошие	хорошие
Содержание эруковой кислоты, %	отсутств.	отсутств.	1–2	отсутств.	отсутств.	отсутств.

* – данные по сорту Вектра аналогичны данным сорта Дракон.

Результаты анализов показывают, что на продуктивность растений озимого рапса повлияла не только сортовая особенность и зона возделывания, но и густота стояния растений. При посеве семян из расчёта 500 тыс. штук на гектар каждое растение формирует семена с массой от 2 до 3,2 г, в зависимости от зоны выращивания и сорта. Сорт Метеор, в частности, в условиях предгорной зоны при посеве из расчёта 500 тыс./га формирует семена в стручках с массой 3,2 г, а при посеве из расчёта 1 млн/га каждое растение формирует 1,7 г семян, то есть с увеличением числа растений на единицу площади уменьшается масса семян одного растения и, наоборот, с уменьшением числа растений на единицу площади увеличивается масса семян одного растения, составляя более трех граммов.

Сравнение урожайности семян озимого рапса показало, что как в предгорной, так и в степной зоне при посеве семян из расчёта 500 и 800 тыс. семян на гектар формируется более высокий урожай за счёт более высокой продуктивности каждого растения, чем при посеве из расчёта 1 млн на гектар [7, 11, 12].

На содержание масла в семенах озимого рапса и выход масла с урожая одного гектара также повлияла густота стояния растений (нормы высева). Масличность семян исследуемых сортов озимого рапса составляла 39–44%, в зависимости от зоны выращивания и сортовой особенности. В предгорной зоне при посеве семян 500 тыс. на гектар содержание масла в семенах составило 42%, а в степной зоне 44%, то есть более тёплый, солнечный климат в период формирования семян способствовал улучшению качества и повышению количества масла в семенах.

Следует отметить, что все показатели, касающиеся массы семян, урожайности, выхода масла с урожая, выше и лучше в условиях предгорной зоны. В степной зоне содержание масла в семенах выше на 1,5–2,0%. Цвет, вкус и запах масла характеризуются лучше, чем в предгорной зоне.

Таким образом, озимый рапс благополучно растёт и развивается в условиях степной и предгорной зонах республики, формируя высококачественный урожай семян. Примене-

ние регуляторов роста растений способствует повышению урожайности и качества семян. Они влияют положительно на появление дружных всходов, имея высокую энергию прорастания – на каждом растении увеличивается количество стручков и семян, повышается масличность семян.

Определение оптимальной густоты стояния растений озимого рапса обеспечивает повышение его продуктивности – формируется больше семян с высокой массой 1000 семян, повышается урожайность. Посев семян из расчёта 500 и 800 тысяч на один гектар способствует повышению его продуктивности как в степной, так и в предгорной зоне республики [5, 7, 11].

Выводы. Применение регуляторов роста растений и определение оптимальной густоты стояния на посевах озимого рапса, независимо от сорта и зоны возделывания, обеспечивают появление дружных всходов, повышают ростовые процессы, показатели структуры урожая, урожайность растения и качество семян.

Независимо от сорта и зоны возделывания, посев из расчёта 500 тыс. на гектар, в отличие от других норм высева, способствует повышению масличности семян и выхода масла с единицы площади. Несмотря на дополнительные затраты на приобретение регуляторов роста растений, себестоимость продукции снижается за счёт высокой урожайности (чистая прибыль составляет не менее 30–35 тыс. руб. с гектара).

Список литературы

1. Кандакова В. А. Особенности производства и переработки масличного сырья в ЮФО // *Academy*. 2016. № 5(8). С. 57–60. EDN: VWKOLV
2. Тугачева Л. В., Борода О. В. Экономическая эффективность производства масличных культур и масложирового производства // *Региональная и отраслевая экономика*. 2023. № 3(220). С. 147–154. DOI: 10.14451/1.220.147. EDN: YLVCRS
3. Фоменко П. А., Богатырева Е. В. Белковые корма растительного происхождения // *Молочнохозяйственный вестник*. 2022. № 4(48). С. 125–138. DOI: 10.52231/2225-4269 2022 4 125. EDN: HWWKEW
4. Курбанов С. А. Рапс – культура больших возможностей // *Проблемы развития АПК региона*. 2010. Т. 1. № 1. С. 33–36. EDN: NDWFQF
5. Князев Б. М., Кумахов З. М. Продуктивность и качество семян сизой горчицы в зависимости от гидротермических условий года // *Материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию КБГСХА*. Нальчик: Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия, 2006. С. 60–62
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1995. 316 с.
7. Эффективность производства семян озимого рапса в различных зонах выращивания / Б. М. Князев, А. Б. Князев, И. Л. Хоконов, А. С. Кумахов // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2013. № 44. С. 80–83. EDN: RSPHMF
8. Трисвятский Л. А. Лесик Б. В., Курдина В. Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. Москва: Агропромиздат, 1991. 414 с. ISBN 5-10-001955-7
9. Технология переработки продукции растениеводства / Н. М. Личко, В. Н. Курдина, Л. Г. Елисеева [и др.]; Под ред. Н. М. Личко. Москва: Колос, 2000. 548 с. ISBN 5-10-003282-0
10. Хоконов И. Л. Приемы технологии возделывания, обеспечивающие повышение продуктивности и качество семян озимого рапса // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2013. №1. С. 97–101. EDN: PWZBVF
11. Князев Б. М., Кумалов З. М. Эффективность минеральных удобрений на посевах сизой горчицы // *Материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию КБГСХА*. Нальчик: Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия, 2006. С. 14–15.
12. Князев Б. М., Кумалов З. М. Эффективность предпосевной обработки семян и способов посева горчицы сизой // *Зерновое хозяйство*. 2007. №5. С. 30–31. EDN: IAUFPV

References

1. Kandakova VA. *Osobennosti proizvodstva i pererabotki maslichnogo syr'ya v YuFO* [Specifics of oilseed production and processing in the Southern Federal District]. *Academy*. 2016;(5):57–60. (In Russ.). EDN: VWKOLV

2. Tugacheva LV, Boroda OV. Economic efficiency of the production of oilseeds and fat-and-oil production. *Regional and Sectoral Economics*. 2023;(3):147–154. (In Russ.). DOI: 10.14451/1.220.147. EDN: YLVCRS
3. Fomenko PA, Bogatyreva EV. Protein feeds of vegetable origin (Meal and cake). *Molochnokhozyaistvenny Vestnik*. 2022;(4):125–138. (In Russ.). DOI: 10.52231/2225-4269_2022_4_125. EDN: HWWKEW
4. Kurbanov SA. *Raps – kul'tura bol'shikh vozmozhnostej* [Rapeseed – a crop of great potential]. *Development Problems of Regional Agro-industrial Complex*. 2010;1(1):33–36. (In Russ.). EDN: NDWFQF
5. Knyazev BM, Kumakhov ZM. Productivity and seed quality of Sarepta mustard as influenced by hydrothermal conditions of the year. *Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the 25th anniversary of the KBGSHA*. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy, 2006. Pp. 60–62. (In Russ.)
6. Dospekhov BA. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experiment]. Moscow: Kolos, 1995. 316 p. (In Russ.)
7. Knyazev BM, Knyazev AB, Khokonov IL, Kumakhov AS. *Effektivnost' proizvodstva semyan ozimogo rapsa v razlichnykh zonakh vyrashchivaniya* [Efficiency of winter rapeseed seed production in various growing zones]. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2013;(44):80–83. (In Russ.). EDN: RSPHMF
8. Trisvyatsky LA, Lesik BV, Kurdina VN. *Khranenie i tekhnologiya sel'skohozyajstvennykh produktov* [Storage and technology of agricultural products]. Moscow: Agropromizdat, 1991. 414 p. ISBN 5-10-001955-7. (In Russ.)
9. Lichko NM, Kurdina VN, Eliseeva LG [et al.]. *Tekhnologiya pererabotki produktsii rastenievodstva* [Technology of processing plant products; Ed. N. M. Lichko]. Moscow: Kolos, 2000. 548 p. ISBN 5-10-003282-0. (In Russ.)
10. Khokonov IL. *Priemy tekhnologii vozdel'yvaniya, obespechivayushchie povyshenie produktivnosti i kachestvo semyan ozimogo rapsa* [Cultivation techniques ensuring increased productivity and seed quality of winter rapeseed]. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2013;(1):97–101. (In Russ.). EDN: PWZBVF
11. Knyazev BM, Kumalov ZM. Effectiveness of mineral fertilizers on Oriental mustard crops. *Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the 25th anniversary of the KBGSHA*. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy, 2006. Pp. 14–15. (In Russ.)
12. Knyazev BM, Kumalov ZM. *Effektivnost' predposevnoy obrabotki semyan i sposobov poseva gorchicy sizoj* [Efficiency of pre-sowing seed treatment and sowing methods for Sarepta mustard]. *Zernovoe hozyajstvo*. 2007;(5):30–31. (In Russ.). EDN: IAUFPV

Сведения об авторах

Князев Борис Музакирович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 6188-7915

Аширбеков Мухтар Жолдыбаевич – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник – семеновод, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», SPIN-код: 9591-2951

Афаунов Ислам Альбертович – магистрант 1-го курса направления подготовки 35.04.04. Агрономия, направленность (профиль) «технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Шерегов Амир Артурович – магистрант 1-го курса направления подготовки 35.04.04. Агрономия, направленность (профиль) «технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Boris M. Knyazev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of "Technology of Production and Processing of Agricultural Products", Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6188-7915

Mukhtar Zh. Ashirbekov – Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher (Seed Specialist), Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP, SPIN-code: 9591-2951

Islam A. Afaunov – 1st year Master's student in the field of preparation 04.35.04 "Agronomy", focus (profile) "Technology of production and processing of agricultural products", Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov

Amir A. Sheregov – 1st year Master's student in the field of preparation 04.35.04 "Agronomy", focus (profile) "Technology of production and processing of agricultural products", Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 06.07.2026;
одобрена после рецензирования 24.07.2026;
принята к публикации 31.07.2026.*

*The article was submitted 06.07.2026;
approved after reviewing 24.07.2026;
accepted for publication 31.07.2026.*

Научная статья

УДК 633.358:631.559:631.8(470.64)

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-15-24

Применение современных регуляторов роста при выращивании гороха посевного в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики

Ирина Мироновна Ханиева¹, Юрий Мухамедович Шогенов^{✉2}

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

¹imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832>^{✉2}yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

Аннотация. В статье приводятся результаты применения современных регуляторов роста при выращивании гороха посевного в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики (КБР). Целью исследования являлась оценка влияния новейших регуляторов роста и антистрессантов на показатели фотосинтетической деятельности, элементы структуры урожая, продуктивность и качество зерна гороха посевного в условиях предгорной зоны КБР. Полевые опыты закладывались в 2023–2025 гг. на выщелоченном черноземе тяжелосуглинистого состава. Объектом исследования служил районированный сорт гороха посевного Атлант. Изучалась эффективность предпосевной обработки семян и опрыскивания растений в фазе бутонизации препаратами «Альбит», «Эпин-Экстра», «Циркон» и «Оберег». Методология включала определение полевой всхожести, учет фотосинтетического потенциала, анализ симбиотического аппарата и структуры урожая, а также оценку биохимического состава зерна. Статистическая обработка данных выполнена методом дисперсионного анализа. Доказано, что регуляторы роста оптимизируют онтогенез растений, повышая полевую всхожесть на 3,2–5,1% и ускоряя наступление фенофаз. Препараты активизируют симбиотическую азотфиксацию, увеличивая количество активных клубеньков на 22–28%, и усиливают фотосинтетический потенциал на 12–29%. В условиях абиотических стрессов (переувлажнение и засуха) препараты проявили высокую антистрессовую активность. Лидером по эффективности оказался «Альбит», обеспечивший прибавку хозяйственной урожайности 27,8% (2,71 т/га) и максимальный сбор сырого протеина (6,53 ц/га). Содержание протеина в зерне возросло на 0,7–2,7% по сравнению с контролем. Интеграция регуляторов роста в технологию возделывания гороха в предгорной зоне КБР обладает высокой агрономической эффективностью. Оптимальной схемой применения, гарантирующей рост продуктивности, улучшение качественных показателей зерна и экономическую рентабельность, является двукратное использование препарата «Альбит».

Ключевые слова: горох посевной, регуляторы роста, «Альбит», «Эпин-Экстра», «Циркон», «Оберег», предгорная зона, выщелоченный чернозём, урожайность, качество зерна, антистрессовая активность

Для цитирования: Ханиева И. М., Шогенов Ю. М. Применение современных регуляторов роста при выращивании гороха посевного в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 15–24. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-15-24

Original article

The use of modern growth regulators in the cultivation of peas in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic

Irina M. Khanieva¹, Yuri M. Shogenov^{✉2}

Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

¹imhanieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6415-5832>^{✉2}yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

Abstract. The article presents a study of modern growth regulators and their effect on the productivity of field peas in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic (KBR). The aim of the research was to assess the impact of the latest growth regulators and anti-stress agents on photosynthetic activity indicators, yield structure elements, productivity, and grain quality of field peas under the conditions of the foothill zone of the KBR. Field experiments were conducted in 2023–2025 on leached heavy-loam chernozem. The object of the study was the locally adapted field pea variety "Atlant". The research evaluated the effectiveness of pre-sowing seed treatment and plant spraying at the budding stage with the following preparations: "Albit", "Epin-Extra", "Zircon", and "Obereg". The methodology included determining field germination, assessing photosynthetic potential, analyzing the symbiotic apparatus and yield structure, and evaluating the biochemical composition of the grain. Statistical data processing was carried out using variance analysis. It was demonstrated that growth regulators optimize plant ontogenesis, increasing field germination by 3.2–5.1% and accelerating the onset of phenophases. The preparations stimulated symbiotic nitrogen fixation, increasing the number of active nodules by 22–28%, and enhanced photosynthetic potential by 12–29%. Under abiotic stress conditions (waterlogging and drought), the preparations showed high anti-stress activity. "Albit" proved to be the most effective, providing an increase in marketable yield of 27.8% (2.71 t/ha) and the highest crude protein yield (6.53 c/ha). The protein content in the grain increased by 0.7–2.7% compared to the control. Integrating growth regulators into the pea cultivation technology in the foothill zone of the KBR demonstrates high agronomic efficiency. The optimal application scheme, ensuring increasing productivity, improving grain quality indicators, and economic profitability, is the two-time use of the "Albit" preparation.

Keywords: field peas, growth regulators, "Albit", "Epin-Extra", "Zircon", "Obereg", foothill zone, leached chernozem, yield, grain quality, anti-stress activity

For citation: Khanieva IM, Shogenov YuM. The use of modern growth regulators in the cultivation of peas in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):15–24. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-15-24

Введение. Горох (*Pisum sativum* L.) – бобовая культура с высоким содержанием белка. Горох фиксирует атмосферный азот благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, которые живут на корнях растений. Около половины этого азота остается в почве, повышая ее плодородие для следующих культур.

Однако классическая агротехника гороха может давать сбой из-за изменения климата и нарушения баланса микроэлементов, и появляется необходимость в использовании биопрепаратов, регуляторов роста растений, которые при грамотном применении помогают растению раскрыть потенциал, а хозяйству – повысить рентабельность [1].

Урожайность – показатель, по которому в итоге оценивают работу любых биопрепаратов. Полевые данные здесь не расходятся с лабораторными: обработка семян и вегетирующих растений регуляторами роста действительно меняет физиологию культуры, ферментативные процессы идут активнее, фотосинтез не сбавляет темпа даже в стрессовые периоды, налив бобов проходит ровнее.

Всё это напрямую конвертируется в дополнительные центнеры с гектара [2].

При одновременном внесении макро- и микроудобрений и регуляторов роста питание растения становится сбалансированным, антагонизм элементов снижается, а коэффициент их фактического усвоения заметно растёт [3].

На дерново-подзолистых лёгкосуглинистых почвах биостимуляция позволяет снизить дозу минерального азота на 15–20%. Урожай при этом не проседает, а экономия на удобрениях становится вполне ощутимой [4].

Исследования показывают, что биопрепараты работают не только «в массу», но и «в качество»: содержание сырого протеина растёт на 1,5–2,5%; аминокислотный профиль становится полнее, сбалансированнее; доля щуплых, повреждённых семян снижается – растение проходит фазы вегетации ровнее, без рывков и стрессовых провалов [5].

Для кормового направления это означает более высокую питательную ценность рациона, для пищевого – лучшую технологичность при переработке.

Всё начинается с всходов. Нет дружных всходов – нет и высокого урожая. Именно на старте закладывается потенциал всей вегетации.

При предпосевной обработке семян регуляторами роста полевая всхожесть поднимается на 8–14%. Особенно заметно это в «неидеальных» условиях, когда почва холодная или влаги не хватает [6]. При этом растение отвечает морфологически: корень тянется глубже, побег идёт в рост, масса проростка увеличивается, листовая поверхность расширяется, т.е. проходит процесс фотосинтеза [7, 8].

Под действием регуляторов корневая система формируется мощнее, проникает глубже в профиль. Это обеспечивает доступ к влаге, которая недоступна поверхностной корневой системе; устойчивость к кратковременным засухам, которые случаются всё чаще [9], т.е. растение самостоятельно справляется со стрессом, не требуя постоянных поливов и подкормок.

Исследования показывают, что регуляторы роста не просто «подстёгивают» вегетацию. Они работают тоньше, стимулируют образование клубеньков, увеличивают их массу, повышают активность нитрогеназы – того самого фермента, который фиксирует атмосферный азот [10]. Это способствует снижению дозы минерального азота без потери урожая, затрат на удобрения, нагрузки на почву и водоёмы, т.е. фактически биопрепараты помогают включить естественные механизмы растения, вместо того чтобы постоянно «кормить» его извне.

Обработка семян биостимуляторами ускоряет переход в фазы кущения и цветения [11, 12]. Растение успевает «забрать» весеннюю влагу, отцвести до пика летней жары, сформировать зерно в более комфортных условиях (меньше стресса – ровнее налив – выше качество).

Дополнительные затраты на обработку окупаются в тот же сезон за счёт прибавки урожая. Рентабельность выращивания гороха растёт на 15–30% [13].

Однако максимальная отдача происходит не от одного препарата, а от грамотной комбинации. Когда ризобияльный инокулянт работает в паре с регулятором роста, эффект суммируется: питание оптимизируется, затраты перераспределяются, маржинальность культуры растёт [14].

Когда растение получает питание через биологическую активацию, а не только через минеральные удобрения, нагрузка на среду снижается. Меньше нитратов уходит в грунтовые воды. Водоёмы не «цветут» от эвтрофикации. Почвенная микрофлора сохраняет разнообразие [15].

Фактически, интеграция регуляторов роста и биостимуляторов в агротехнику гороха – это шаг к адаптивному, устойчивому земледелию [16–19]. Происходит двойной эффект – стимуляция роста + защита от почвенных патогенов на критически раннем этапе [20]. По отдельности препараты работают, но вместе – синергия.

Изучение эффективности РРП на горохе в предгорьях КБР на выщелоченных черноземах с учетом местных стрессов остаётся недостаточным, несмотря на имеющуюся литературу по применению в других регионах. Оптимизация применения инновационных регуляторов роста для УПК ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ требует научного и практического решения.

Цель исследования – оценка влияния новейших регуляторов роста и антистрессантов на показатели фотосинтетической деятельности, элементы структуры урожая, продуктивность и качество зерна гороха посевного в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование проводилось в 2023–2025 гг. в полевом севообороте УПК Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова за три вегетации на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом (гумус 4,8%; рН (KCl) 6,4; подвижный фосфор 115 мг/кг; обменный калий 185 мг/кг). Опытный участок имеет плодородные почвы, но после весенних дождей они склонны к уплотнению и образованию корки.

Климат предгорной зоны КБР умеренно влажный: 650–700 мм осадков в год, из них 380–420 мм весной-летом. Среднегодовая температура +10,5 °С. В 2023 году погода была умеренно влажной с оптимальными температурами. В 2024 году май, июнь были избыточно влажными. 2025 год отмечился дефицитом осадков и жарой в период цветения гороха, что позволило изучить антистрессовый потенциал препаратов.

Озимая пшеница стала предшественником гороха сорта Атлант, районированного для предгорья КБР. Основная обработка почвы включала лущение стерни на глубину 8–10 см и зяблевую вспашку на 22–24 см. Весенняя обработка включала боронование в два следа и предпосевную культивацию на глубину заделки семян (6–8 см). Минеральные удобрения вносились под предпосевную культивацию в дозе $N_{30}P_{60}K_{60}$ (действующего вещества). Посев осуществлялся сеялкой ЗС-4,2 в оптимальные агротехнические сроки (первая декада апреля) широкорядным способом (междурядья 15 см). Норма высева составляла 1,2 млн всхожих семян на 1 га. Уход за посевами включал прикатывание после посева и двукратное боронование до всходов и в фазе 3–5 листьев.

Схема опыта включала 5 вариантов:

- 1) контроль – обработка водой;
- 2) предпосевная обработка семян (1 мл/кг) + опрыскивание в фазе бутонизации (100 мл/га) препаратом «Альбит»;
- 3) предпосевная обработка семян (1 мл/кг) + опрыскивание в фазе бутонизации (30 мл/га) препаратом «Эпин-Экстра»;
- 4) предпосевная обработка семян (0,1 мл/кг) + опрыскивание в фазе бутонизации (40 мл/га) препаратом «Циркон»;
- 5) предпосевная обработка семян (2 мл/кг) препаратом «Оберег».

Опрыскивание проводилось серийным аппаратом ОП 2000. Нормы расходов 10 л на тонну для семян, 300 л на гектар при вегетации. Исследования (полевые, лабораторные и камеральные) выполнялись по стандартам растениеводства (Доспехов Б.А., 2014, методика сортоиспытания). Всхожесть семян определяли подсчетом растений на контрольных площадках. Фотосинтетическую деятельность оценивали по площади листовой поверхности и фотосинтетическому потенциалу. Элементы структуры урожая учитывали методом конвертации. Содержание сырого протеина в зерне определяли на инфракрасном анализаторе. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ Агрос 2.0 Агрос и Microsoft Excel.

Результаты исследования. Исследования показали, что предпосевная обработка

семян регуляторами роста достоверно повлияла на энергию прорастания и полевую всхожесть (табл. 1). На контрольном варианте полевая всхожесть составила в среднем за 3 года 78,4%. Применение регуляторов роста способствовало её повышению.

Наибольшая всхожесть отмечена на вариантах с применением «Альбита» (83,5%) и «Эпин-Экстра» (82,1%), что выше контроля на 5,1 и 3,7% соответственно. Комплексный биопрепарат биологического происхождения «Альбит», обладающий выраженным биофунгицидным и иммунизирующим действием, обеспечил наиболее дружные и здоровые всходы за счет высокой эффективности бактериальных препаратов на основе Бацилос мегатериум и Псевдомонас ариофациенс в начальных фазах роста бобовых культур.

Регуляторы роста также оказали влияние на темпы прохождения фенофаз. Растения на опытных вариантах вступали в фазы бутонизации и цветения на 1–2 дня раньше контроля. Это объясняется стимуляцией ростовых процессов и активизацией ферментативной системы растений под воздействием действующих веществ препаратов (брасиностероидов в «Эпине», гидроксикоричных кислот в «Цирконе»).

Урожайность сельхозкультур зависит от фотосинтеза. В наших исследованиях максимальная площадь листьев и фотосинтетический потенциал за вегетацию наблюдались при использовании препаратов «Альбит» и «Эпин-Экстра».

При использовании «Альбита» площадь листьев достигла 425 см² (контроль 342 см²), фотосинтетический потенциал составил 2,15–2,48 млн м²×дней/га, превысив контроль на 12–29%. Увеличение ассимиляционной поверхности и продление активности листьев привело к накоплению большего количества пластических веществ.

Особого внимания заслуживает влияние регуляторов роста на симбиотический аппарат гороха. Анализ клубенькового аппарата показал, что обработка семян и вегетирующих растений стимулировала процесс нодуляции. На вариантах с «Альбитом» и «Цирконом» количество активных клубеньков на одном растении в фазе цветения было на 22–28% выше, чем на контроле. Это объясняется тем, что регуляторы роста, снижая стрессо-

вую нагрузку на растение, перераспределяют стабильные органические соединения, которые являются конечным продуктом процессов фотосинтеза в растениях, а именно ассимилянтами в корневую систему, создавая благоприятные условия для жизнедеятельности

клубеньковых бактерии Ризобиум легиуминарии. Структура урожая гороха посевного является сложным показателем, зависящим от густоты стояния растения, их продуктивной кустистости и облиственности. Результаты учёта представлены в таблице 1.

Таблица 1. Элементы структуры урожая гороха посевного (среднее за 2023–2025 гг.)

Table 1. Elements of the crop structure of field peas (average for 2023–2025)

Вариант опыта	Густота стояния растений перед уборкой, шт/м ²	Число бобов на растении, шт.	Число семян в бобе, шт.	Число семян на растении, шт.	Масса 1000 семян, г
1. Контроль (вода)	82,4	6,1	4,9	30,1	238,5
2. «Альбит»	89,2	7,4	5,3	39,2	254,2
3. «Эпин-Экстра»	87,5	7,1	5,2	36,9	248,6
4. «Циркон»	86,1	6,8	5,1	34,7	245,1
5. «Оберег»	84,8	6,5	5,0	32,5	241,3
НСР ₀₅	3,2	0,4	0,2	1,8	6,5

Анализ данных (табл. 1) выявил: регуляторы роста усилили генеративный аппарат. Наилучшие результаты показал «Альбит» – бобов на растении 7,4 (+1,3), семян 39,2 (+9,1), масса 1000 семян 254,2 г (+15,7).

«Эпин-Экстра» способствовал повышению урожайности: на одном растении формируется до 36,9 семян, что подтверждает его высокую эффективность. Несколько меньший, но статистически достоверный прирост элемен-

тов структуры наблюдался на вариантах с «Цирконом» и «Оберегом». Лучший отток пластических веществ из вегетативных органов в генеративные в конце вегетации обусловлен оптимизацией физиологических процессов под влиянием регуляторов роста.

Исследование гороха в предгорной зоне КБР показало высокую адаптивность регуляторов роста к стрессовым условиям (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность и качественные показатели зерна гороха за 2023–2025 гг.

Table 2. Yields and quality indicators of pea grain for 2023–2025

Вариант опыта	Биологическая урожайность, т/га	Хозяйственная урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к контролю, %	Содержание сырого протеина, %	Сбор протеина, ц/га
1. Контроль (вода)	6,28	2,12	–	–	21,4	4,54
2. «Альбит»	8,95	2,71	+0,59	27,8	24,1	6,53
3. «Эпин-Экстра»	8,42	2,55	+0,43	20,3	23,2	5,92
4. «Циркон»	8,15	2,46	+0,34	16,0	22,8	5,61
5. «Оберег»	7,68	2,32	+0,20	9,4	22,1	5,13
НСР ₀₅	0,35	0,12	–	–	0,4	0,18

По данным таблицы 2, все тестируемые регуляторы роста способствовали повышению урожайности гороха.

Препарат «Альбит» максимально повысил урожайность (2,71 т/га, +27,8%) благодаря

комплексному действию. Препарат защищает сельскохозяйственные культуры от корневой гнили и аскохитоза, что было отмечено авторами в 2024 году, когда наблюдалось избыточное увлажнение. Как биоудобрение пре-

парат способствует фиксации атмосферного азота, что особенно важно в засуху (2025 г.). Повышение азотфиксирующей способности под действием регуляторов роста напрямую влияет на продуктивность гороха.

Препараты «Эпин-Экстра» и «Циркон» увеличили продуктивность гороха на 20,3% и 16% соответственно. В 2025 году в стрессовых условиях они защитили растение гороха от жары и засухи, предотвратив преждевременное опадение цветков, и дали прирост в 94%, подтвердив эффективность комбинирования препаратов для максимального результата. Также биохимический состав зерна зависел от регуляторов роста, что особенно важно для гороха как основной белковой культуры.

Применение регуляторов роста способствовало увеличению содержания сырого протеина в зерне на 24,1% при применении «Альбита», на 23,2% – при обработке «Эпин-Экстрой» (против контрольного варианта, где этот показатель составил 21,4%). Это говорит о том, что регуляторы роста повышают не только объемы зерна гороха, но и кормовые и пищевые качества этой ценной культуры. Авторами проведен расчет экономической эффективности применения регуляторов роста при выращивании гороха: применение «Альбита» позволило повысить чистый доход и рентабельность до уровня 315–340%, а применение препаратов «Эпин-Экстра» и «Циркон» – до уровня 240–280%.

Выводы. Проведенные в 2023–2025 годах в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики (УПК ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ) исследования позволили установить высокую агрономическую и биологическую эффективность новейших регуляторов роста при их применении на посевах гороха посевного сорта Атлант.

1. Предпосевная обработка семян в сочетании с опрыскиванием растений в фазе бутонизации регуляторами роста («Альбит», «Эпин-Экстра», «Циркон», «Оберег») способствует оптимизации онтогенеза гороха, повышению полевой всхожести на 3,2–5,1% и ускорению прохождения фенофаз на 1–2 дня.

2. Применение препаратов стимулирует развитие симбиотического аппарата (увеличение числа клубеньков на 22–28%) и фотосинтетическую деятельность растений (увеличение фотосинтетического потенциала на 12–29%).

3. Все изучаемые регуляторы роста достоверно повысили элементы структуры урожая и хозяйственную урожайность зерна. Максимальная урожайность (27,8%, или 0,59 т/га) получена при применении препарата «Альбит».

4. Регуляторы роста оказали положительное влияние на качество зерна, увеличив содержание сырого протеина на 0,7–2,7%. Максимальный сбор сырого протеина (6,53 ц/га) обеспечен вариантом с препаратом «Альбит».

5. С учетом почвенно-климатических условий предгорной зоны КБР, характеризующихся риском проявления абиотических стрессов, применение препарата «Альбит» по схеме «предпосевная обработка семян (1 мл/кг) + опрыскивание в фазе бутонизации (100 мл/га)» является наиболее эффективным и экономически целесообразным приемом технологии возделывания гороха посевного.

Результаты исследований рекомендованы к внедрению в сельскохозяйственное производство Кабардино-Балкарской Республики и других регионов Северного Кавказа со схожими почвенно-климатическими условиями.

Список литературы

1. Сорокина И. Ю. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на урожайность гороха // Инновационные технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию проф. Н. П. Кривко. Пос. Персиановский, 2022. С. 240–243. EDN: ZATEPS
2. Вильдфлуш И. Р., Мишура О. И., Вильдфлуш Е. И. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений на урожайность, качество и вынос элементов питания горохом // Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры агрохимии БГСХА и 115-летию со дня рождения проф. Р. Т. Вильдфлуша. Горки: БГСХА, 2022. С. 53–57.

3. Еряшев А. П., Нефедов В. Н., Еряшев П. А. Влияние пестицидов и регулятора роста «Альбит» на рост, развитие, фотосинтетическую деятельность, продуктивность и качество зерна гороха // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы XIV международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора С. А. Лапшина и 60-летию Высшего зоотехнического и агрономического образования Республики Мордовия. Сер. «Лапшинские чтения»; под редакцией Д. В. Бочкарёва. Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, 2018. С. 209–218. EDN: YNPRXF
4. Мишура О. И. Эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании гороха на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XVII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию агрономического факультета и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля. Минск: БГСХА, 2021. С. 235–239. EDN: YWFPZO
5. Хохоева Н. Т., Тедеева А. А. Симбиотическая активность гороха в зависимости от регуляторов роста // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 94-6. С. 136–138. DOI: 10.18411/trnio-02-2023-329. EDN: KGZKQQ
6. Вильдфлуш И. Р., Малашевская О. В. Экономическая эффективность применения удобрений, ризобияльного инокулянта и регулятора роста при возделывании полевого гороха // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 117–120. EDN: ANYZRP
7. Евсенина М. В., Виноградов Д. В. Эффективность применения регулятора роста в технологии производства гороха и сои // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 9–15. DOI: 10.55170/19973225_2023_8_1_9. EDN: PJJUFY
8. Смит И. Н., Гусева А. Н., Цуканова З. Р. Особенности возделывания гороха за счет гуминового регулятора роста и фунгицидных протравителей в условиях Орловской области // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2022. Т. 9. № 1. С. 96–103. DOI: 10.24411/25000454_2022_0118. EDN: AVZCRA
9. Складорова М. А., Попова В. В. Эффективность регуляторов роста растений при возделывании гороха в лесостепной зоне Омской области // Каталог выпускных квалификационных работ кафедры агрохимии и почвоведения факультета агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования ФГБОУ ВО «Омский ГАУ им. П. А. Столыпина». Омск, 2025. С. 144–157.
10. Никишина Н. А. Влияние регуляторов роста на ростовые процессы проростков гороха посевного // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых учёных: материалы Национальной научно-практической студенческой конференции. Брянск, 13–14 декабря 2023 года. Брянск: Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского, 2023. С. 704–708. EDN: DOGUIZ
11. Щеглова К. В., Овчинникова А. Ф. Влияние регуляторов роста на биометрические параметры гороха // Молодёжная наука. 2025: технологии, инновации: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов, посвященная 95-летию со дня образования Пермского ГАТУ им. акад. Д. Н. Прянишникова. В 3 ч. Ч. 2. Пермь, 2025. С. 308–313. EDN: YSFCJO
12. Алемсегова Г. К., Цахуева Ф. П. Влияние регуляторов роста на полевую всхожесть гороха посевного // Вестник Социально-педагогического института. 2021. № 4(40). С. 18–22. EDN: WNVXQ
13. Малашевская О. В. Агроэкономическая оценка применения удобрений, ризобияльного инокулянта и регуляторов роста на посевном горохе // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 130–134. EDN: RLJXJT
14. Васинова И. Г. Формирование урожая гороха при предпосевной обработке семян регуляторами роста // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: сб. науч. тр. по результатам работы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Вологда-Молочное, 2021. С. 20–24. EDN: RREBUQ
15. Исмаилова М. М., Астарханов И. Р. Влияние регуляторов роста на урожайность гороха посевного на светло-каштановых почвах Приморско-Каспийской подпровинции РД // Известия Дагестанского ГАУ. 2020. № 2(6). С. 48–53. EDN: FGJTNC
16. Давудова А. М., Магомедова А. А. Полевая всхожесть сортов гороха посевного на фоне применения разных регуляторов роста // Проблемы развития АПК региона. 2025. № 4(64). С. 46–49. DOI: 10.52671/20790996_2025_4_46. EDN: DUUYIO
17. Ситало Г. М., Бельтюков Л. П., Гордеева Ю. В. Урожайность гороха при использовании биопрепаратов и регуляторов роста // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства. Курск, 16–17 февраля 2017 года: материалы Международной научно-практической конференции. Курск: Курская

государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И. И. Иванова, 2017. С. 82–85. EDN: YQBYPJ

18. Аваданов Д. С., Ашурбекова Т. Н. Урожайность сортов гороха посевного при разных регуляторах роста // Известия Дагестанского ГАУ. 2025. № 4(28). С. 19–23. DOI: 10.52671/26867591_2025_4_19. EDN: WDBEVB

19. Волобуева О. Г. Качественные показатели и урожайность растений гороха под влиянием биопрепарата и регуляторов роста // Агробиотехнология-2021: сб. ст. Междунар. науч. конф. Москва, 2021. С. 920–924. EDN: UQBQQP

20. Скрыбин А. А. Влияние регуляторов роста на лабораторную, полевую всхожесть и урожайность гороха посевного сорта Красноуфимский 11 // Дневник науки. 2024. № 2(86). С. 17. EDN: CJQKES

References

1. Sorokina IYu. The influence of biologics and regulators growth on the yield of peas. *Innovatsionnye tekhnologii – osnova modernizatsii agropromyshlennogo kompleksa: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 85-letiyu prof. N.P. Krivko* [Innovative technologies – the basis for modernization of the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of prof. N.P. Krivko]. Persianovsky settlement, 2022. Pp. 240–243. (In Russ.). EDN: ZATEPS

2. Vildflush IR, Mishura OI, Vildflush EI. Influence of macro-, microfertilizers and plant growth regulators on the yield, quality and removal of nutrients by peas. *Puti povysheniya effektivnosti udobrenij, kachestva rastenievodcheskoj produkcii i plodorodiya pochvy: sb. st. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu kafedry agrokhimii BGSKHA i 115-letiyu so dnya rozhdeniya prof. R. T. Vil'dflusha* [Ways to improve the efficiency of fertilizers, the quality of plant products and soil fertility: Coll. articles based on the materials of the Intern. scientific and practical conf., dedicated to the 100th anniversary of the Department of Agrochemistry of the Belarusian State Agricultural Academy and the 115th anniversary of the birth of prof. R.T. Vildflush]. Gorki: BGSKHA, 2022. Pp. 53–57. (In Russ.)

3. Eryashev AP, Nefedov VN, Eryashev PA. Effect of pesticides and the "Albit" growth regulator on the growth, development, photosynthetic activity, productivity, and grain quality of peas. *Resursosberegayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyajstvennoj produkcii: materialy XIV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya professora S.A. Lapshina i 60-letiyu Vysshego zootekhnicheskogo i agronomicheskogo obrazovaniya Respubliki Mordoviya. Ser. "Lapshinskie chteniya" Pod redakciej D.V. Bochkaryova* [Resource-saving and environmentally safe technologies for the production and processing of agricultural products: Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor S.A. Lapshin and the 60th anniversary of higher education in animal science and agronomy in the Republic of Mordovia. "Lapshin Readings" Series. Edited by D.V. Bochkarev. Saransk: Nacional'nyj issledovatel'skij Mordovskij gosudarstvennyj universitet, 2018. Pp. 209–218. (In Russ.). EDN: YNPRXF

4. Mishura OI. Efficiency of using macro-, microfertilizers and growth regulators in the cultivation of peas on sod-podzolic light loamy soil. *Tekhnologicheskie aspekty vozdeystviya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur: sb. st. po materialam XVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 95-letiyu agronomicheskogo fakul'teta i 180-letiyu podgotovki spetsialistov agrarnogo profilya* [Technological aspects of cultivation of agricultural crops: collection of articles based on the materials of the XVII International scientific and practical conference, dedicated to the 95th anniversary of the agronomic faculty and the 180th anniversary of the training of specialists in the agricultural profile]. Minsk: BGSKHA, 2021. Pp. 235–239. EDN: YWFPZO

5. Khokhueva NT, Tedeeva AA. Symbiotic activity of peas depending on growth regulators. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2023;(94-6):136–138. (In Russ.). DOI: 10.18411/trnio-02-2023-329. EDN: KGZKQQ

6. Vildflush IR, Malashevskaya OV. Economic efficiency of using fertilizers, rhizobial inoculant, and growth regulator in the cultivation of field peas. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2021;(2):117–120. (In Russ.). EDN: AHYZRP

7. Evsenina MV, Vinogradov DV. The effectiveness of the growth regulator in the production technology of peas and soybeans. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2023;(1):9–15. (In Russ.). DOI: 10.55170/19973225_2023_8_1_9. EDN: PJJUFY

8. Smith IN, Guseva AN, Tsukanova ZR. Features of pea cultivation due to humic growth regulator and fungicidal protectants in the conditions of the Orel region. *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops*. 2022;9(1):96–103. (In Russ.). DOI: 10.24411/25000454_2022_0118. EDN: AVZCRA
9. Sklyarova MA, Popova VV. Efficiency of plant growth regulators in pea cultivation in the forest-steppe zone of Omsk region. *Katalog vypusknykh kvalifikatsionnykh работ kafedry agrokhimii i pochvovedeniya fakul'teta agrokhimii, pochvovedeniya, ekologii, prirodoobustrojstva i vodopol'zovaniya FGBOU VO «Omskij GAU im. P. A. Stolypina»* [Catalog of final qualification works of the Department of Agrochemistry and Soil Science of the Faculty of Agrochemistry, Soil Science, Ecology, Nature Management and Water Management of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin"]. Omsk, 2025. Pp. 144–157. (In Russ.)
10. Nikishina NA. Influence of growth regulators on growth processes of peas seedlings. *Aktual'nye problemy sovremennoj nauki: vzglyad molodykh uchyonykh: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy studencheskoj konferentsii. Bryansk, 13–14 dekabrya 2023 goda* [Actual problems of modern science: the view of young scientists: Proceedings of the National Scientific and Practical Student Conference. Bryansk, December 13–14, 2023]. Bryansk: Bryanskij gosudarstvennyj universitet imeni akademika I. G. Petrovskogo, 2023. Pp. 704–708. (In Russ.). EDN: DOGUIZ
11. Scheglova KV, Ovchinnikova AF. Influence of growth regulators on the biometric parameters of peas. *Molodyozhnaya nauka. 2025: tekhnologii, innovatsii: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchyonykh, aspirantov i studentov, posvyashchennaya 95-letiyu so dnya obrazovaniya Permskogo GATU im. akad. D.N. Pryanishnikova. V 3 ch. Ch. 2.* [Youth science. 2025: technologies, innovations: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists, graduate students and students, dedicated to the 95th anniversary of the foundation of Perm State Agricultural Technical University named after academician D.N. Pryanishnikov. In 3 parts. Part 2]. Perm, 2025. Pp. 308–313. (In Russ.). EDN: YSFCJO
12. Alemsetova GK, Tsakhueva FP. The effect of growth regulators on the field germination of seed peas. *Bulletin of the Socio-pedagogical institute*. 2021;(4):18–22. (In Russ.). EDN: WNVXCXQ
13. Malashevskaya OV. Agroecological assessment of the use of fertilizers, rhizobial inoculant and growth regulators on seed peas. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2021;(1):130–134. (In Russ.). EDN: RLJXJT
14. Vasikova IG. Formation of pea yield during pre-sowing treatment of seeds with growth regulators. *Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam: sb. nauch. tr. po rezul'tatam raboty VI Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Young researchers of agro-industrial and forestry complexes – regions: collection. scientific tr. based on the results of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. Vologda-Molochnoe, 2021. Pp. 20–24. (In Russ.). EDN: RREBUQ
15. Ismailova MM, Astarkhanov IR. The influence of growth regulators on the yield of field peas on light chestnut soils of the Primorsk-Caspian sub-province of the Republic of Dagestan. *Dagestan GAU Proceedings*. 2020;(2):48–53. (In Russ.). EDN: FGJTNC
16. Davudova AM, Magomedova AA. Field germination of pea varieties against the background of different growth regulators. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2025;(4):46–49. (In Russ.). DOI: 10.52671/20790996_2025_4_46. EDN: DUUYIO
17. Sitalo GM, Beltyukov LP, Gordeeva Yu.V. Pea yield with the use of biological preparations and growth regulators. *Integratsiya nauki i sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva. Kursk, 16–17 fevralya 2017 goda: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Integration of Science and Agricultural Production. Kursk, February 16–17, 2017: proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Kursk: Kurskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya im. professora I. I. Ivanova, 2017. Pp. 82–85. (In Russ.). EDN: YQBYPJ
18. Avadanov DS, Ashurbekova TN. Yield of pea varieties under different growth regulators. *Daghestan GAU Proceedings*. 2025;(4):19–23. (In Russ.). DOI: 10.52671/26867591_2025_4_19. EDN: WDBEVB
19. Volobueva OG. Qualitative indicators and yield of pea plants under the influence of a biopreparation and growth regulators. *Agrobiotekhnologiya-2021: sb. st. Mezhdunar. nauch. konf.* [Agrobiotechnology-2021: collection of articles. International scientific conf.]. Moscow, 2021. Pp. 920–924. (In Russ.). EDN: UQBQQP
20. Skryabin AA. The effect of growth regulators on laboratory, field germination and yield of Krasnoufimsky peas 11. *Dnevnik nauki*. 2024;(2):17. (In Russ.). EDN: CJQKES

Сведения об авторах

Ханиева Ирина Мироновна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1431-4567

Шогенов Юрий Мухамедович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5840-7710

Information about the authors

Irina M. Khanieva – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1431-4567

Yuri M. Shogenov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5840-7710

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 17.07.2026;
одобрена после рецензирования 10.08.2026;
принята к публикации 17.08.2026.*

*The article was submitted 17.07.2026;
approved after reviewing 10.08.2026;
accepted for publication 17.08.2026.*

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ
ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE**Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства****Private Animal Husbandry, Feeding, Feed Preparation
and Livestock Production Technologies**

Научная статья

УДК 636.2.084

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-25-34

Влияние живой массы матерей на продуктивные качества первотелок**Ольга Васильевна Горелик^{✉1}, Светлана Юрьевна Харлап²,
Артем Сергеевич Горелик³**^{1,2}Уральский государственный аграрный университет, улица Карла-Либкнехта, 42, Екатеринбург, Россия, 620000³Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС, улица Мира, 22, Екатеринбург, Российская Федерация, 620062^{✉1}olgao205en@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>²proffuniver@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>³temae077ex@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Аннотация. В Свердловской области голштинская порода получена в результате как завоза чистопородного скота из-за рубежа, так и поглотительного (с элементами воспроизводительного) скрещивания отечественной черно-пестрой породы уральского отродья с быками-производителями голштинской различной генерации. Исследования проводились в племенном репродукторе по разведению голштинской породы Свердловской области. Объект исследований – телки и коровы-первотелки. Изучали весовой рост ремонтных телок и молочную продуктивность первотелок. Путём изменения живой массы отслеживали динамику ежемесячного индивидуального взвешивания и рассчитывали ключевые показатели роста. Молочную продуктивность первотелок анализировали по результатам контрольных доек, которые проводили ежемесячно. Цель работы – изучение влияния живой массы матерей на продуктивные качества дочерей. Установлено, что живая масса матерей оказывает влияние на продуктивные качества дочерей. Наиболее интенсивно росли телки от матерей с живой массой свыше 601 кг, на втором месте оказались телки от матерей с живой массой менее 500 кг. Телки, рожденные от коров с живой массой 601–650 кг, уже в 13-месячном возрасте достигли живой массы 369±3,02 кг, что составляет около 75% от живой массы взрослого животного. Самые высокие показатели удоя за 305 дней лактации были в группе телок от матерей с самой низкой живой массой (до 500 кг по первому отелу). Они превосходили коров-первотелок от матерей с другой живой массой на 1332; 1227 и 135 кг, или на 15,0; 14,2 и 1,6% соответственно по группам. На втором месте оказались животные от матерей с самой высокой живой массой (свыше 601 кг). Более высокие воспроизводительные способности оказались у коров с низкой живой массой (менее 500 кг). Наиболее эффективно для производства молока использовать коров-дочерей от матерей с низкой живой массой.

Ключевые слова: голштинский скот, коровы-матери, дочери, весовой рост, молочная продуктивность, воспроизводительные качества, эффективность использования

Для цитирования: Горелик О. В., Харлап С. Ю., Горелик А. С. Влияние живой массы матерей на продуктивные качества первотелок // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 25–34. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-25-34

Original article

The influence of maternal live weight on the productive performance of first-calf heifers

Olga V. Gorelik^{✉1}, Svetlana Yu. Kharlap², Artem S. Gorelik³

^{1,2}Ural State Agrarian University, 42 Karl-Liebknecht Street, Yekaterinburg, Russia, 620000

³Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations, 22 Mira Street, Yekaterinburg, Russia, 620062

^{✉1}olgao205en@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

²proffuniver@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

³temae077ex@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3362-2514>

Annotation. In the Sverdlovsk region, the Holstein breed was obtained as a result of the import of purebred cattle from abroad, as well as absorbing with reproductive elements, crossing the domestic black-and-white breed of the Ural offspring with Holstein bulls of various generations. In this regard, there is a wide variety of both dairy and phenotypic traits in herds, which are known to be influenced by many factors. The research was carried out in a breeding reproducer for the breeding of the Holstein breed of the Sverdlovsk region. The object of research is heifers and first-time cows. The weight growth of repair heifers and the milk productivity of the first heifers were studied. The dynamics of changes in body weight were monitored by monthly individual weighing and key growth indicators were calculated. The milk productivity of the first heifers was analyzed based on the results of control milkings, which were carried out monthly. The aim of the work is to study the effect of the living weight of mothers on the productive qualities of daughters. It has been established that the live weight of mothers influences the productive qualities of daughters. Heifers from mothers with a live weight of over 601 kg grew the most intensively, followed by heifers from mothers with a live weight of less than 500 kg. Heifers born from cows with a live weight of 601–650 kg reached a live weight of 369 ± 3.02 kg at the age of 13 months, which is about 75% of the live weight of an adult animal. The highest milk yield rates for 305 days of lactation were in the group of heifers from mothers with the lowest live weight (up to 500 kg at the first calving). They outperformed the first-born cows from mothers with a different live weight by 1332, 1227 and 135 kg, or by 15.0; 14.2% and 1.6%, respectively, by group. Animals from mothers with the highest live weight (over 601 kg) were in second place. Cows with a low live weight (less than 500 kg) showed higher reproductive abilities. It is most effective to use cows-daughters from mothers with low body weight for milk production.

Keywords: Holstein cattle, mother cows, daughters, weight growth, milk productivity, reproductive qualities, efficiency of use

For citation: Gorelik OV, Kharlap SYu, Gorelik AS. The influence of maternal live weight on the productive performance of first-calf heifers. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):25–34. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-25-34

Введение. Стратегия развития АПК РФ до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р, направлена на рост производства на 25% (к 2021 г.), обеспечение продовольственной безопасности, импортозамещение и увеличение экспорта до \$55,2 млрд. Основные цели включают цифровизацию, техническое переоснащение, развитие селекции/генетики и вовлечение в оборот 10 млн га земель. Для решения задачи обеспечения продовольственной безопасности страны одним из направлений повышения производства продукции живот-

новодства является использование сельскохозяйственных животных, способных показывать высокие показатели продуктивности и давать безопасную и качественную продукцию.

Среди подотраслей животноводства особое внимание уделяется молочному скотоводству, поскольку от крупного рогатого скота получают такие ценные продукты питания, как молоко и говядина, причем молочный белок считается самым дешёвым, поскольку для его производства эффективно используется дешёвый растительный корм [1–4].

В настоящее время современный молочный скот в основном представлен животными самой обильномолочной в мире породой – голштинской [5–9]. В Свердловской области он получен в результате как завоза чистопородного скота из-за рубежа, так и в результате поглотительного (с элементами воспроизводительного) скрещивания отечественной черно-пестрой породы уральского отродья с быками-производителями голштинской различной генерации.

В 2021–2022 гг. в результате последней породной инвентаризации более 87,0% всего поголовья молочного скота региона отнесено к голштинской породе, и племенные сельскохозяйственные организации перешли на разведение животных данной породы, отличающихся высокими показателями живой массы и продуктивности, хорошо приспособленных к промышленному производству молока. Однако они имеют и свои особенности – отличаются повышенной требовательностью к условиям содержания и кормления, а также низкими показателями воспроизводительной функции [10–13].

В связи с тем, что основная масса животных получена в результате поглотительного скрещивания и низких воспроизводительных качеств маток, в стадах наблюдается большое разнообразие как молочных, так и фенотипических признаков, на которые, как известно, оказывает влияние множество факторов [14–18]. Одним из них является живая масса матерей коров. Изучение данного фактора актуально и имеет научное и практическое значение для производства молока.

Цель работы – изучение влияния живой массы матерей на продуктивные качества дочерей.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование проводилось в племенном репродукторе по разведению голштинской породы в Свердловской области.

В рамках исследования изучали весовой рост ремонтных телок и молочную продуктивность первотелок.

Объектом исследования стали 368 телок, рождённых в 2020–2021 годах. Животных сформировали в 4 группы с учётом живой массы их матерей:

- в 1-ю группу вошли 96 телок от матерей с живой массой до 500 кг;

- во 2-ю 88 телок от матерей массой 501–550 кг;
- в 3-ю 63 телки от матерей массой 551–600 кг;
- в 4-ю 121 телка от матерей массой 601–650 кг.

Оценку роста и развития телок, предназначенных для ремонта стада, проводили на основании данных зоотехнического учёта. Динамику изменения живой массы отслеживали путём ежемесячного индивидуального взвешивания. На базе актов взвешивания молодняка крупного рогатого скота рассчитывали ключевые показатели роста: абсолютный, среднесуточный и относительный приросты живой массы.

Молочную продуктивность первотелок анализировали по результатам контрольных доек, которые проводили ежемесячно. На их основе определяли удои за лактацию, а также рассчитывали ряд специализированных коэффициентов: молочности, биологической эффективности, биологической полноценности и постоянства лактации коров.

Для оценки качества молока определяли массовую долю жира (МДЖ) и массовую долю белка (МДБ), а также вычисляли абсолютное количество молочного жира и молочного белка (в килограммах).

Воспроизводительные качества коров-первотелок изучали по длительности сервис-периода, длительности плодоношения, длительности сухостойного периода, длительности межотельного периода, массе приплода, выходу телят и их сохранности в новорожденный период (10 дней).

Результаты исследования. Выращивание ремонтных телок играет важное значение в работе со стадом по повышению продуктивности. Только здоровые животные, полученные от высокопродуктивных родителей, способны давать высокие удои в условиях промышленного производства молока. Поэтому анализ роста и развития ремонтных телок имеет большое значение для оценки качества вводимых в стадо новых животных.

В хозяйстве применяют интенсивную технологию выращивания ремонтного молодняка. Результаты выращивания телок в зависимости от живой массы коров-матерей представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели роста ремонтных телок, кг
Table 1. Growth rates of repair heifers, kg

Показатель	Живая масса матерей, кг			
	до 500	501–550	551–600	601–650
Живая масса при рождении, кг	36±0,67	38±0,72	37±0,45	35±0,39
Живая масса в 18 месяцев, кг	457±3,75	467±3,53	453±3,13	479±3,02
Абсолютный прирост, кг	421±2,96	429±3,11	416±2,52	444±2,21
Среднесуточный прирост, г	768±24,8	783±12,9	759±31,6	810±21,3
Относительный прирост, %	171±1,9	170±0,9	170±1,6	173±1,1
Кратность роста, раз	12,7	12,3	12,2	13,7

Анализ динамики весового роста тёлочек, рождённых от матерей с различной живой массой, выявил различия в темпах их развития. Максимальную интенсивность роста продемонстрировали тёлочки, полученные от матерей с живой массой более 601 кг. Второе место по скорости роста заняли тёлочки от матерей с массой менее 500 кг.

Тёлочки из группы, где матери имели живую массу 601–650 кг, к 13 месяцам достигли показателя 369±3,02 кг – это примерно 75% от массы взрослой особи. В связи с этим их осеменение проводили в возрасте 13–14 месяцев. Животные из групп с меньшей массой матерей достигали сопоставимых весовых показателей лишь к 15–16 месяцам. Осеменение этих тёлочек начинали с 15 месяцев и позже – при достижении живой массы 365 кг.

Статистическая обработка данных подтвердила значимость выявленных различий между группами – уровень достоверности составил $P \leq 0,05$ – $P \leq 0,001$.

Молочная продуктивность – ключевой селекционный критерий в работе с молочным скотом. Его учёт обязателен как в племенных, так и в товарных стадах.

Собранные данные используют для решения целого ряда задач:

- оценки и отбора коров;
- анализа наследственных характеристик быков;
- внесения сведений о животных в племенные книги;
- разработки рациона и организации кормления;
- оптимизации трудовых процессов на молочных фермах и др.

Для эффективной племенной работы специалистам важно владеть соответствующими методиками. Корректное определение молочной продуктивности – необходимое условие грамотного отбора и подбора животных. При этом главным показателем продуктивных качеств коровы считается удой за лактацию (табл. 2).

Таблица 2. Молочная продуктивность коров
Table 2. Dairy productivity of cows

Показатель	Живая масса матерей, кг			
	до 500	501–550	551–600	600–601
Удой за 305 дней лактации, кг	9661±173,5	8329±203,2	8434± 189,4	9426±163,8
Содержание жира в молоке, %	3,75±0,03	3,82±0,02	3,84±0,02	3,80±0,02
Количество молочного жира, кг	362,2±5,63	318,2±4,13	324,5±3,87	358,2±3,21
Содержание белка в молоке, %	3,22±0,01	3,22±0,01	3,30±0,02	3,21±0,01
Количество молочного белка, кг	311,1±1,78	268,2±2,03	278,3±1,56	302,6±1,64
Живая масса, кг	533±3,5	548±3,1	526±4,2	567±3,8
Коэффициент молочности	1812,9±42,3	1519,9±56,7	1603,3±45,3	1662,4±41,7

Наибольший удой за 305 дней лактации зафиксирован в группе первотёлок, рождённых от матерей с наименьшей живой массой (до 500 кг). В основном это были коровы по первому отёлу. По уровню удоя они опережали сверстниц из других групп на 1332, 1227 и 135 кг (или на 15,0, 14,2 и 1,6% соответственно).

На втором месте по величине удоя – животные, полученные от матерей с наибольшей живой массой (свыше 601 кг) – их показатель составил 9434 кг, что превышает результаты сверстниц от матерей с массой 500–600 кг на 1097 и 992 кг (на 13,0–11,8% соответственно).

При росте удоев наблюдалось снижение массовой доли жира в молоке. При этом у первотёлок от матерей с живой массой 500–600 кг выход молочного жира не увеличился и оказался ниже, чем в группах с самой низкой и самой высокой массой матерей. Аналогичная тенденция прослеживалась и в отношении количества молочного белка. При этом наибольшая массовая доля белка зафиксирована в молоке первотёлок от матерей с живой массой 551–600 кг.

Все коровы по значению коэффициента молочности отнесены к молочному типу телосложения – показатель превышал 1000 кг на каждые 100 кг живой массы.

Интенсификация скотоводства во многом зависит от реализации воспроизводительного

потенциала животных в соответствии с их генетическими возможностями. В условиях растущих требований к регулярному получению продукции и приплода от высокопродуктивных особей особую актуальность приобретает комплексное исследование физиологических механизмов, регулирующих воспроизводительную функцию, с учётом уровня продуктивности, а также особенностей кормления и содержания животных.

Проблема повышения воспроизводительной функции в скотоводстве остаётся сложной и сегодня сохраняет высокую практическую и научную значимость, в особенности применительно к высокопродуктивным животным и особям новых генотипов. Нарушение воспроизводительных функций у крупного рогатого скота сокращает срок его хозяйственного использования, ведет к снижению молочной продуктивности и, как следствие, уменьшает рентабельность отрасли.

Эффективность производства в скотоводстве оценивают по ряду ключевых показателей, в том числе по длительности межотельного периода (МОП), продолжительности сервис-периода, индексу осеменения и коэффициенту воспроизводительной способности коров (КВС).

Данные о воспроизводительных способностях коров-первотёлок от матерей с разной живой массой представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели воспроизводительных способностей коров
Table 3. Indicators of reproductive abilities of cows

Показатель	Живая масса матерей, кг			
	до 500	501–550	551–600	600–601
Длительность межотельного периода, дней	373±3,71	417±2,34	384±3,01	390±3,45
в том числе:				
длительность сервис-периода, дней	81±1,98	128±2,54	96±2,30	103±2,13
длительность сухостойного периода, дней	60±1,00	59±0,94	62±0,86	61±1,11
Выход телят, %	100	100	100	100
Масса телят, кг	37±0,67	41±0,72	39±0,45	37±0,39
Сохранность телят, %	100	95	100	80
Индекс осеменения	1,6	2,0	1,7	1,9
Коэффициент воспроизводительной способности коров (КВС)	0,98	0,88	0,95	0,94

Анализ данных, представленных в таблице, свидетельствует о наличии связи между живой массой матерей и воспроизводительными качествами их дочерей.

Наиболее выраженные воспроизводительные способности продемонстрировали коровы, рождённые от матерей с живой массой менее 500 кг. Для этой группы характерен более короткий сервис-период – он был меньше на 15–47 дней (или на 18,5–58,0%) по сравнению с группами, где матери имели большую живую массу. Статистическая значимость различий подтверждена на уровне $P \leq 0,01$ – $P \leq 0,001$.

Межотельный период у дочерей от матерей с массой менее 500 кг составил $373 \pm 3,71$

дня – это на 11–44 дня (или на 2,95–11,8%) меньше, чем у сверстниц, чьи матери весили свыше 501 кг.

Коэффициент осеменения в группе дочерей от матерей с массой менее 500 кг достиг значения 1,6 – этот показатель расценивается как хороший. Аналогичный результат отмечен и у дочерей матерей с живой массой 551–600 кг. В остальных группах коэффициент превышал 1,8, что соответствует удовлетворительному уровню.

Была проведена оценка эффективности производства молока от дочерей, полученных от матерей с разной живой массой (табл. 4).

Таблица 4. Эффективность производства молока
Table 4. Milk production efficiency

Показатели	Живая масса матерей, кг			
	до 500	501–550	551–600	600–601
Удой за лактацию, кг	9661	8329	8434	9426
МДЖ, %	3,75	3,82	3,84	3,80
МДБ, %	3,22	3,22	3,30	3,21
Затраты корма на 1 кг молока,	0,76	0,87	0,86	0,79
Удой в пересчете на базисные МДЖ и МДБ, кг	10513	9149	9401	10310
Себестоимость 1 кг молока, руб.	21–63	25–09	24–78	22–17
Общая стоимость производства молока на 1 голову, руб. *	208963	208963	208963	208963
Цена реализации 1 кг молока, руб.	38-00	38-00	38-00	38-00
Получено за молоко, руб.	399494	347662	357238	391780
Прибыль; убыток, руб.	190531	130699	148275	182817
Рентабельность %	91,1	66,3	70,9	87,5

* Общие средние затраты на производство молока от 1 головы по хозяйству составили 208963 руб.

При расчете эффективности производства молока не учитывали затраты на животное в непродуктивный период и товарность молока. В результате проведенных расчетов установлено, что большее количество прибыли было получено при использовании коров-дочерей от матерей с самой низкой живой массой (до 500 кг). От них было получено больше молока как в абсолютных цифрах, так и при пересчете на базисную МДЖ и МДБ (на 235–1332 кг, или 2,4–13,8% и на 203–1364 кг, или на 1,9–13,0%). Это позволило получить дополнительную прибыль за проданное молоко базисной жирности и белковомолочности (7714–

59832 рубля на 1 корову), в зависимости от группы матерей с разной живой массой относительно первой (с живой массой до 500 кг).

Исходя из вышеизложенного можно сделать **вывод** о том, что живая масса матерей коров в стаде молочного скота, сформированном в результате поглотительного скрещивания, является значимым фактором, влияющим на продуктивные качества дочерей. Это проявляется как в показателях молочной продуктивности, так и в уровне воспроизводительной способности животных, и в совокупности определяет эффективность их использования в молочном производстве.

Так, дочери от матерей с живой массой до 500 кг продемонстрировали лучшие воспроизводительные характеристики: у них зафиксированы более короткие сервис- и межотельный периоды, а также хороший коэффициент осеменения (1,6). Это свидетельствует о более высокой скорости оборота стада и потенциале увеличения выхода телят в расчёте на одну корову. С другой стороны, выявленные различия в удоях по группам указывают на неоднородность реализации молочного потенциала в зависимости от массы матери, что требует дифференцированного подхода при планировании продуктивной нагрузки и кормления.

Важно отметить, что взаимосвязь между массой матери и характеристиками дочери носит не универсальный характер: отдельные группы (например, дочери матерей с массой 551–600 кг) также показывают хорошие показатели (в частности, по коэффициенту осеменения и массовой доле белка в молоке). Это

говорит о необходимости комплексной оценки, а не опоры на какой-либо один критерий.

С практической точки зрения, учёт живой массы матерей целесообразно включить в систему отбора ремонтных телок и формирования селекционных групп. Такой подход позволит прогнозировать не только ожидаемый удой, но и ключевые параметры воспроизводства, тем самым повышая предсказуемость результатов и устойчивость производственных показателей. В рамках технологических регламентов на ферме эти данные могут лечь в основу дифференцированных схем выращивания, осеменения и эксплуатации коров, адаптированных под особенности каждой генетико-фенотипической группы.

Таким образом, живая масса матери может рассматриваться как один из значимых прогностических признаков при селекции и управлении стадом, способствующих более точному планированию воспроизводства и повышению общей экономической эффективности молочного скотоводства.

Список литературы

1. Скларова Ю., Скларов И., Латышева Л. Государственная поддержка сельского хозяйства регионов России: особенности и практика реализации // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 2. С. 2–7. DOI: 10.32651/192-2. EDN: YYIHIL
2. Иванова В. Н., Серегин С. Н. Потребительская корзина: новый формат расширения набора товаров и услуг // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 1. С. 7–11. EDN: YVKXDV
3. Алтухов А., Семенова Е. Молочное скотоводство России: экономические проблемы и пути их решения // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 2. С. 33–38. DOI: 10.32651/192-33. EDN: YYIHJZ
4. Стрекозов Н. И., Дзюба Н. Ф., Чинаров В. И. Молочному скотоводству – современные направления и законодательные инициативы // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 4. С. 7–9. EDN: YNGIGH
5. Лоретц О. Г. Влияние генетических и экологических факторов на продуктивное долголетие // Аграрный вестник Урала. 2014. № 9(127). С. 34–37. EDN: SWEGYF
6. The use of inbreeding in dairy cattle breeding / O.V. Gorelik, E. Likhodeevskaya, N.N. Zezin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Том. 548. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 82013. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082013. EDN: BGPHFD
7. Gridina S.L., Gridin V.F., Leshonok O.I. Characterization of high-producing cows by their immunogenetic status // International scientific and practical conference "Agrosmart – Smart Solutions for Agriculture" (Agrosmart 2018). Tyumen, 16–20 июля 2018 года. 2018. Том 151. С. 253–256. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.49. EDN: YTKAUX
8. Степанов А. В., Быкова О. А., Косилов В. И. Влияние быков-производителей на причины выбытия коров-первотелок // От инерции к развитию научно-инновационного обеспечения развития животноводства и биотехнологий: сборник материалов научно-практической конференции. Екатеринбург, 2020. С. 85–86. EDN: JJYNWV

9. Анализ основных причин выбытия коров в сельскохозяйственных организациях Свердловской области / А. С. Томских, М. И. Барашкин, А. В. Елесин [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2016. № 5(147). С. 37–42. EDN: WAQQYB
10. Айсанов З. М., Тарчоков Т. Т., Тлейншева М. Г. Новый селекционный индекс дифференциации молочного скота по производственным типам // Современные направления развития аграрной науки: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки КБР, профессора М. А. Жабалиева. Нальчик, 2025. С. 12–15. EDN: HBQOKB
11. Влияние паратипических факторов на характер наследования продуктивных качеств голштинского скота / С. Ф. Суханова, Т. Т. Тарчоков, А. Б. Каздохов, А. А. Коготыжев // Вестник Курганской ГСХА. 2025. № 1(53). С. 48–55. EDN: RGKIPH
12. Каздохов А. Б., Тарчоков Т. Т. Потенциал продуктивности интродуцированных голштинских нетелей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 24–30. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-24-30. EDN: BSTJXJ
13. Продуктивное долголетие коров и анализ причин их выбытия / И. А. Тихомиров, В. К. Скоркин, В. П. Аксенова, О. Л. Андрюхина // Вестник ВНИИМЖ. 2016. № 1(21). С. 64–72. EDN: VOWCWN
14. Продуктивные качества коров в зависимости от паратипических факторов / Т. Т. Тарчоков, Х. М. Гасараева, Е. Т. Васильченко, И. Х. Таов, К. Г. Магомедов // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 3(47). С. 37–43. EDN: PXWOAG
15. Тарчоков Т. Т., Гасараева Х. М., Таов И. Х., Магомедов К. Г. Хозяйственно-полезные признаки красного степного скота разных генотипов // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 4(48). С. 43–49. EDN: BXIOSX
16. Продуктивные и экстерьерные особенности голштинского и голштинизированного скота / Т. Т. Тарчоков, З. М. Айсанов, Р. З. Абдулхаликов [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2(73). С. 117–123. EDN: VMNFYL
17. Реализация генетического потенциала потомства быков-производителей различной линейной принадлежности на территориях зоны Южного Урала / С. А. Гриценко, А. А. У. Хакназаров, Д. Г. Мухамбетов [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 115. С. 142–148. DOI: 10.21515/1999-1703-115-142-148. EDN: TYAQQC
18. Гриценко С. А., Хакназаров А. А., Ребезов М. Б. Продуктивные качества коров голштинской породы различных поколений, возраста в лактациях и линейной принадлежности // Аграрная наука. 2023. № 3. С. 74–79. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-368-3-74-79. EDN: ZVEMSL

References

1. Sklyarova Yu, Sklyarov I, Latysheva L. State support of agriculture of regions of Russia: peculiarities and practice of implementing. *Economics of agriculture of Russia*. 2019;(2):2–7. (In Russ.). DOI: 10.32651/192-2. EDN: YYIHIL
2. Ivanova VN, Seregin SN. Consumer basket: a new format for expanding the range of goods and services. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2019;(1):7–11. (In Russ.). EDN: YVKXDV
3. Altukhov A, Semenova E. Dairy cattle breeding of Russia: economic problems and ways of their decision. *Economics of agriculture of Russia*. 2019;(2):33–38. (In Russ.). DOI: 10.32651/192-33. EDN: YYIHJZ
4. Strekozov NI, Dzyuba NF, Chinarov VI. Trends and legislative initiatives for dairy cattle industry. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2017;(4):7–9. (In Russ.). EDN: YNGIGH
5. Loretz OG The influence of genetic and environmental factors on productive longevity. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2014;(9):34–37. (In Russ.). EDN: SWEGYF
6. Gorelik OV, Likhodeevskaya E, Zezin NN [et al.]. The use of inbreeding in dairy cattle breedinggorelik. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Vol. 548. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. P. 82013. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082013. EDN: BGPHFD
7. Gridina SL, Gridin VF, Leshonok OI. Characterization of high-producing cows by their immunogenetic status. International scientific and practical conference "Agrosmart – Smart Solutions for Agriculture" (Agrosmart 2018). Tyumen, July 16–20, 2018. 2018. Volume 151. Pp. 253–256. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.49. EDN: YTKAUX

8. Stepanov AV, Bykova OA, Kosilov VI. The influence of stud bulls on the causes of the demise of first-calf heifers. *Ot inertsii k razvitiyu nauchno-innovatsionnogo obespecheniya razvitiya zhivotnovodstva i biotekhnologij – sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii* [From inertia to the development of scientific and innovative support for the development of animal husbandry and biotechnology: a collection of materials from a scientific and practical conference]. Ekaterinburg. 2020. Pp. 85–86. (In Russ.). EDN: JJYNWV
9. Tomskikh AS, Barashkin MI, Yelesin AV [et al.]. Analysis of the main causes of cow abandonment in agricultural organizations of the Sverdlovsk region. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2016;(5):37–42. (In Russ.). EDN: WAQQYB
10. Aisanov ZM, Tarchokov TT, Tleysheva MG. New selection index for differentiation of dairy cattle by production types. *Sovremennye napravleniya razvitiya agrarnoy nauki: materialy Vserossiyskoj (natsional'noj) nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj pamyati zaslužennogo deyatelya nauki KBR, professora M. A. Zhabaliev* [Modern directions of development of agricultural science: Proceedings of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the memory of the honored scientist of the KBR, professor M.A. Zhabaliev]. Nalchik, 2025. Pp. 12–15. (In Russ.). EDN: HBQOKB
11. Sukhanova SF, Tarchokov TT, Kazdokhov AB, Kogotzyhev AA. Influence of paratypical factors on the nature of inheritance of productive qualities of Holstein cattle. *Vestnik Kurganskoy GSKHA*. 2025;(1):48–55. (In Russ.). EDN: RGKIPH
12. Kazdokhov AB, Tarchokov TT. Productivity potential of introduced Holstein heifers. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2025;(1):24–30. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-24-30. EDN: BSTJXJ
13. Tikhomirov IA, Skorkin VK, Aksenova VP, Andryukhina OL. Cows productive life longevity and their reasons for culling's analysis. *Journal of VNIIMZH*. 2016;(1):64–72. (In Russ.). EDN: VOWCWN
14. Tarchokov TT, Gasaraeva HM, Vasilchenko ET, Taov IH, Magomedov KG. Productive traits of cows depending on paratypical factors. *Vestnik Kurganskoy GSKHA*. 2023;(3):37–43. (In Russ.). EDN: PXWOAG
15. Tarchokov TT, Gasaraeva HM, Taov IKh, Magomedov KG. Economically useful features of red steppe breed of different genotypes. *Vestnik Kurganskoy GSKHA*. 2023;(4):43–49. (In Russ.). EDN: BXIOSX
16. Tarchokov TT, Aisanov ZM, Abdulkhalikov RZ [et al.]. Productive and exterior features of Holstein and Holstein cattle. *Bulletin of Michurinsk state agrarian university*. 2023;(2):117–123. (In Russ.). EDN: VMNFYL
17. Gritsenko SA, Khaknazarov AAU, Mukhambetov DG [et al.]. Realization of the genetic potential of offspring of breeding bulls of various lineages in the territories of the Southern Urals zone. *Proceedings of the Kuban state agrarian university*. 2024;(115):142–148. (In Russ.). DOI: 10.21515/1999-1703-115-142–148. EDN: TYAQQC
18. Gritsenko SA, Khaknazarov AA, Rebezov MB. Productive qualities of Holstein cows of different generations, age in lactations and linear affiliation. 2023;(3):74–79. (In Russ.). DOI: 10.32634/0869-8155-2023-368-3-74-79. EDN: ZVEMSL

Сведения об авторах

Горелик Ольга Васильевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры биотехнологии пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 4653-0127

Харлап Светлана Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой техносферной и экологической безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 5033-1278

Горелик Артем Сергеевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры пожаротушения и аварийно-спасательных работ (в составе учебно-научного комплекса пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ), Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, SPIN-код: 1355-7900

Information about the authors

Olga V. Gorelik – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Biotechnology, Ural State Agrarian University, SPIN-code: 4653-0127

Svetlana Yu. Kharlap – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technosphere and Environmental Safety, Ural State Agrarian University, SPIN-code: 5033-1278

Artem S. Gorelik – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Fire Fighting and Rescue Operations (as part of the educational and scientific complex of Fire Fighting and Rescue Operations), Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, SPIN-code: 1355-7900

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 01.07.2026;
одобрена после рецензирования 22.07.2026;
принята к публикации 29.07.2026.*

*The article was submitted 01.07.2026;
approved after reviewing 22.07.2026;
accepted for publication 29.07.2026.*

Научная статья

УДК 636.2.082

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-35-42

Сравнительный анализ продолжительности стельности дочерей быков-производителей

Алан Мухадинович Хуранов^{✉1}, Владимир Мицахович Гукеев²,
Батыр Михайлович Шипшев³

^{1,3}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

²Институт сельского хозяйства – филиал «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский
научный центр Российской академии наук», улица Кирова, 224, Нальчик, Россия, 360004

^{✉1}huranovalan85@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5644-5146>

²kbniish2007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2523-1246>

³bshipshev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6445-4325>

Аннотация. Проведён сравнительный анализ фактической продолжительности стельности по второму отёлу (468 коров) и по третьему отёлу (355 коров) дочерей 10 быков-производителей селекции разных стран. Целью исследования являлось изучение влияния использования быков-производителей разных пород и селекции разных стран на продолжительность стельности коров красной степной породы. Средняя продолжительность по второй стельности составила 279,7 дня; по дочерям быков красно-пёстрой голштинской породы 279,8 дня; по дочерям быка красной степной породы 278,4 дня; по дочерям быка красной датской породы 280,9 дня. По третьей стельности средняя продолжительность по 355 коровам составила 280,1 дня. При рождении тёлочек средняя продолжительность стельности составила 279,2 дня, а при рождении бычков 280,9 дня. По результатам второй стельности разница в днях стельности дочерей быков Кулон 1237, Твист 76849, Гир 1883 составила соответственно 2,1; 2,3; 3,2 дня, а соотношение в потомстве тёлочек и бычков по результатам третьей стельности составило 165:190 голов (46,5/53,5%). При сравнении продолжительности стельности дочерей быка Иман 314 красной степной породы с дочерьми восьми быков-производителей красно-пёстрой голштинской породы соотношение по второму отёлу составило 278,4:279,8 дня, а по третьему отёлу 278,9:280,2 дня.

Ключевые слова: корова, быки-производители, продолжительность стельности, пол потомства, бычки, тёлки, лимиты

Для цитирования: Хуранов А. М., Гукеев В. М., Шипшев Б. М. Сравнительный анализ продолжительности стельности дочерей быков-производителей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 35–42. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-35-42

Original article

Comparative analysis of the duration of pregnancy of daughters of stud bulls

Alan M. Khuranov^{✉1}, Vladimir M. Gukezhev², Batyr M. Shipshev³

^{1,3}Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue,
Nalchik, Russia, 360030

²Institute of Agriculture – branch of the Federal Scientific Center Kabardino-Balkar Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences, 224 Kirov Street, Nalchik, Russia, 360004

^{✉1}huranovalan85@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5644-5146>

²kbniish2007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2523-1246>

³bshipshev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6445-4325>

Abstract. A comparative analysis of the actual duration of pregnancy after the second calving (468 cows) and after the third calving (355 cows) of the daughters of 10 sires bred in different countries was conducted. The aim of the study was to investigate the effect of using sires of different breeds and bred in different countries on the duration of pregnancy of Red Steppe cows. The average duration of the second pregnancy was 279.7 days, including 279.8 days for the daughters of Red-Pied Holstein bulls; 278.4 days for the daughters of a Red Steppe bull; and 280.9 days for the daughters of a Danish Red bull. The average duration of pregnancy after the third pregnancy for 355 cows was 280.1 days. The average duration of pregnancy for heifers was 279.2 days and for bulls 280.9 days. According to the results of the second pregnancy, the difference in the days of pregnancy of the daughters of the bulls Kulon 1237, Twist 76849, Gir 1883 is 2.1; 2.3; 3.2 days, respectively, and the ratio of heifers and bulls in the offspring according to the results of the third pregnancy was 165:190 heads (46.5/53.5%). According to the results of the third pregnancy, the ratio of heifers and bulls in the offspring according to the results of the third pregnancy was 165:190 heads (46.5/53.5%). When comparing the duration of pregnancy of the daughters of the bull Iman 314 of the Red Steppe breed with the daughters of eight sires of the Red-and-White Holstein breed, the ratio for the second calving is 278.4:279.8 days, and for the third calving 278.9:280.2 days.

Keywords: cow, breeding bulls, duration of pregnancy, sex of offspring, bulls, heifers, limits

For citation: Khuranov AM, Gukezhev VM, Shipshev BM. Comparative analysis of the duration of pregnancy of daughters of stud bulls. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):35–42. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-35-42

Введение. Рыночные отношения вызывают необходимость более детально оценивать эффективность использования коров, что в первую очередь связано с их плодовитостью. Эффективность молочного скотоводства в значительной мере зависит от воспроизводительной способности маточного поголовья. Низкие воспроизводительные качества коров сдерживают темпы воспроизводства стада, снижают возможности селекции животных по основным признакам. Поэтому минимизация влияния различных факторов, сдерживающих эффективность использования животных, имеет принципиальное значение [1].

Период беременности считается одним из важнейших этапов жизни каждой коровы. От условий содержания и кормления стельной коровы напрямую зависит качество рождающегося молодняка, в связи с чем необходимо уделять пристальное внимание состоянию её здоровья. От качества условий, предоставленных самке, особенно в период беременности, зависит характер течения беременности. При осложнённом течении беременности у коров могут диагностироваться патологии эмбрионального развития в виде синдрома задержки развития эмбриона и плода, а также прерывание беременности в связи с гибелью плода на различных этапах своего развития. Данные нарушения раннего эмбриогенеза, по

литературным данным, регистрируются у 34,4–37,6% беременных животных [2–4].

Лободин К. А. и Нежданов А. Г. (2014 г.) в статье «Фундаментальные и прикладные аспекты контроля за воспроизводительной функцией молочных коров в сухостойный и послеродовой периоды» отмечают: «...Анализ работы крупных сельскохозяйственных предприятий по производству молока свидетельствует, что продолжительность продуктивной жизни высокопродуктивных молочных коров как зарубежной, так и отечественной селекции в условиях промышленных технологий их эксплуатации не превышает 2,5–3 лактаций, а среднегодовой выход получаемого приплода составляет 75–78%. Связано это с высокой заболеваемостью животных так называемыми незаразными болезнями, среди которых доминируют болезни обмена веществ, органов системы репродукции и молочной железы, опорно-двигательного аппарата и другие. Их характеризуют как болезни адаптации или патологии высоких технологий. Клиническая их манифестация регистрируется чаще всего в предродовой и послеродовой периоды» [5].

Белобороденко М. А., изучив течение беременности и родов у первотёлок, находящихся в условиях гиподинамии установил, что «...гиподинамия отражается на функционировании коры больших полушарий голов-

ного мозга, что ведёт к понижению раздражимости, повышению утомляемости и другим нарушениям процессов высшей нервной деятельности. Нарушается течение стадии возбуждения полового цикла, снижается синтез и выделение гипоталамо-гипофизарной системой жизненно важных гормонов (адрено-, кортико-, тиреотропного, фолликулостимулирующего и др.). Резко снижаются функциональные возможности половой, сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной систем, значительно ослабляется обмен веществ» [6].

Продолжительность беременности является важным показателем, характеризующим воспроизводительные качества коровы [7–11].

По некоторым данным, укорочение периода плодоношения ведёт к гипотрофии плода. Другие же данные, напротив, свидетельствуют об укороченных темпах роста телят, родившихся в результате укороченной стельности [12].

Цель исследования – изучение влияния использования быков-производителей разных пород и селекции разных стран на продолжительность стельности коров красной степной породы. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи исследований:

- произвести выборку коров после второго отёла;
- распределить отелившихся коров, дочерей быков-производителей;
- индивидуальный подсчёт дней стельности (от момента плодотворного осеменения до даты акта родов);
- отдельно провести выборку по полу потомства каждого быка-производителя;
- провести математическую обработку полученных результатов исследований.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование проведено в условиях СХПК «Ленинцы» Майского района Кабардино-Балкарской Республики.

Проведён сравнительный анализ фактической продолжительности стельности по второму (468 коров) и третьему отёлам (355 коров) дочерей 10 быков-производителей селекции разных стран: (красно-пёстрой голштинской породы (Арзамас 8815, Гир 1883, Грильяж 6977, Кнор 45026, Кулон 1237, Твист 76849, Тибул 3728, Топаз 1239); красной степной породы (Иман 314); красной дат-

ской породы (Торпан 2739). В работе использован сравнительный анализ и математическая обработка цифрового материала, полученного по результатам исследований. Математической обработке подвергнуты данные всей выборки по быкам-производителям при рождении тёлочек и бычков с применением разработанной и зарегистрированной авторами программы для ЭВМ «Биометрическая обработка данных по молочной продуктивности и воспроизводительным качествам крупного рогатого скота» (Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2024667076 от 19 июля 2024 года).

Результаты исследования. Продолжительность стельности коров как физиологический показатель является одним из индикаторов анализа воспроизводительных качеств как самой коровы-рожицы, так и её отца – быка-производителя. Несмотря на то, что средней продолжительностью стельности принято считать 285 дней (около 9 месяцев), фактически на данный показатель оказывает влияние значительное количество факторов (условия кормления, эксплуатации и содержания стельных самок, пол потомства, сезон отёла, порода, возраст коров, климатические условия и т.д.), делая разброс максимальных и минимальных значений до значительных показателей (от 240 до 310 дней), что можно считать физиологической нормой и видовой особенностью крупного рогатого скота.

Вместе с тем изучение степени влияния самца-производителя на данный показатель недостаточно изучен. Важно учесть, что выявление закономерности сокращения продолжительности стельности при оплодотворении семенем отдельных быков-производителей будет способствовать сокращению межотельного периода при условии рождения здорового жизнеспособного потомства.

Результаты анализа продолжительности второй стельности коров-дочерей десяти быков-производителей трёх пород отображены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что средняя продолжительность по второй стельности составила 279,7 дня; по дочерям быков красно-пёстрой голштинской породы 279,8 дня; по дочерям быка красной степной породы 278,4 дня; по дочерям быка красной датской породы 280,9 дня, причём средняя продолжительность стельности при рождении тёлочек составила 279,2 дня, а при рождении бычков 280,1 дня.

Таблица 1. Анализ продолжительности стельности коров по второй и третьей стельности дочерей быков-производителей
Table 1. Analysis of the duration of gestation in cows during the second and third gestations of the bulls' daughters

Кличка и № быка	Страна селекции	Порода	Показатели	Продолжительность стельности коров					
				по второй стельности (468 коров)			по третьей стельности (355 коров)		
				вся выборка	при рождении тёлков	при рождении бычков	вся выборка	при рождении тёлков	при рождении бычков
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Арзамас 8815	Россия	красно-пёстрая голштинская	n	36	19	17	34	10	24
			$X_{cp} \pm m_x$	279,8±0,9	279,7±1,2	279,8±1,4	279,1±1,1	276,8±2,3	280,0±1,3
			Cv	1,9	1,8	2,1	2,4	2,7	2,2
			σ	5,4	5,1	5,8	6,6	7,4	6,2
			Xmax	288	288	287	291	288	291
			Xmin	267	269	267	261	261	261
Гир 1883	Нидерланды	красно-пёстрая голштинская	n	50	22	28	49	25	24
			$X_{cp} \pm m_x$	280,6±0,7	278,8±0,8	282,0±1,0	281,3±0,7	280,9±1,0	281,7±0,9
			Cv	1,8	1,4	1,9	1,6	1,7	1,6
			σ	4,9	3,9	5,3	4,6	4,8	4,4
			Xmax	294	285	294	291	289	291
			Xmin	272	272	272	272	272	275
Грильяж 6977	Россия	красно-пёстрая голштинская	n	46	23	23	44	23	21
			$X_{cp} \pm m_x$	281,7±0,9	281,2±1,3	282,2±1,2	282,3±0,8	282,0±1,0	282,7±1,4
			Cv	2,1	2,2	2,1	1,9	1,7	2,2
			σ	6,0	6,2	5,9	5,5	4,9	6,2
			Xmax	299	299	291	291	291	290
			Xmin	266	266	268	264	269	264
Иман 314	Россия	красная степная	n	51	27	24	32	14	18
			$X_{cp} \pm m_x$	278,4±0,8	278,3±1,1	278,5±1,1	278,9±0,9	278,6±1,6	279,2±0,9
			Cv	2,0	2,1	1,9	1,8	2,2	1,4
			σ	5,5	5,8	5,3	4,9	6,1	3,9
			Xmax	292	292	287	297	297	285
			Xmin	267	268	267	269	270	269
Кнор 45026	Германия	красно-пёстрая голштинская	n	70	26	44	18	7	11
			$X_{cp} \pm m_x$	281,0±0,5	281,4±0,9	280,7±0,7	280,9±1,0	281,9±1,6	280,4±1,3
			Cv	1,6	1,7	1,6	1,5	1,5	1,6
			σ	4,6	4,8	4,5	4,3	4,3	4,5
			Xmax	290	290	289	289	287	289
			Xmin	267	271	267	274	277	274
Кулон 1237	Дания	красно-пёстрая голштинская	n	19	6	13	21	13	8
			$X_{cp} \pm m_x$	279,6±1,0	278,2±1,7	280,3±1,2	280,8±1,0	280,8±1,1	280,9±2,1
			Cv	1,5	1,5	1,5	1,7	1,5	2,1
			σ	4,2	4,1	4,2	4,8	4,1	6,0
			Xmax	288	283	288	288	287	288
			Xmin	272	272	274	273	273	273

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Твист 76849	Германия	красно- пёстрая голштин- ская	n	21	7	14	17	8	9
			$X_{cp} \pm m_x$	277,1 $\pm$ 1,3	275,6 $\pm$ 2,3	277,9 $\pm$ 1,6	279,5 $\pm$ 1,2	278,3 $\pm$ 1,1	280,6 $\pm$ 2,1
			Cv	2,2	2,2	2,2	1,8	1,2	2,2
			σ	6,0	6,0	6,1	5,1	3,2	6,3
			Xmax	288	282	288	292	282	292
			Xmin	264	266	264	271	273	271
Тибул 3728	Нидер- ланды	красно- пёстрая голштин- ская	n	54	25	29	23	10	13
			$X_{cp} \pm m_x$	279,0 $\pm$ 0,5	278,7 $\pm$ 0,6	279,3 $\pm$ 0,7	279,6 $\pm$ 1,2	277,0 $\pm$ 1,3	281,6 $\pm$ 1,8
			Cv	1,2	1,1	1,3	2,1	1,5	2,3
			σ	3,5	3,2	3,7	5,9	4,2	6,4
			Xmax	288	285	288	296	283	296
			Xmin	270	273	270	271	271	273
Топаз 1239	Дания	красно- пёстрая голштин- ская	n	27	16	11	28	16	12
			$X_{cp} \pm m_x$	279,2 $\pm$ 0,7	279,1 $\pm$ 0,9	279,2 $\pm$ 1,2	278,1 $\pm$ 0,7	277,3 $\pm$ 0,8	279,2 $\pm$ 1,1
			Cv	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,4
			σ	3,7	3,7	3,9	3,7	3,4	3,9
			Xmax	286	285	286	285	284	285
			Xmin	271	271	273	271	271	273
Торпан 2739	Дания	красная датская	n	94	57	37	89	39	50
			$X_{cp} \pm m_x$	280,9 $\pm$ 0,5	280,6 $\pm$ 0,7	281,4 $\pm$ 0,7	280,8 $\pm$ 0,6	278,4 $\pm$ 0,9	282,7 $\pm$ 0,7
			Cv	1,7	1,8	1,5	2,0	2,0	1,8
			σ	4,8	5,1	4,4	5,7	5,5	5,2
			Xmax	294	294	292	296	289	296
			Xmin	272	272	274	263	263	273

По третьей стельности средняя продолжительность по 355 коровам составила 280,1 дня; при рождении тёлков средняя продолжительность стельности составила 279,2 дня, а при рождении бычков 280,9 дня.

При сравнении средних показателей продолжительности второй стельности между тёлками и бычками, рождёнными от дочерей семи быков-производителей (Арзамас 8815, Грильяж 6977, Иман 314, Кнор 45026, Тибул 3728, Топаз 1239, Торпан 2739), существенных различий не выявлено, а разница в днях стельности варьируется от 0,1 до 1,0 дня, в то время как разница в днях стельности дочерей быков Кулон 1237, Твист 76849, Гир 1883 составляет соответственно 2,1; 2,3; 3,2 дня, причём у дочерей всех трёх быков-производителей средняя продолжительность стельности при рождении бычков дольше,

чем при рождении тёлков. Соотношение в потомстве тёлков и бычков составило 228:240 голов (48,7/51,3%).

Сравнительный анализ средних показателей продолжительности третьей стельности 355 коров-дочерей от 10 быков-производителей не выявил значительной разницы между тёлками и бычками, рождёнными от дочерей быков Кулон 1237, Иман 314, Грильяж 6977 и Гир 1883, находясь в пределах от 0,1 до 0,8 дней, в то время как у остальных шести быков-производителей разница в днях стельности в зависимости от пола составляет у дочерей быков-производителей Кнор 45026 1,5 дня; Топаз 1239 1,9 дня; Твист 76849 2,3 дня; Арзамас 8815 3,2 дня; Торпан 2739 4,3 дня; Тибул 3728 4,6 дня. Соотношение в потомстве тёлков и бычков по результатам третьей стельности составило 165:190 голов (46,5/53,5%).

Определённый интерес представляют полученные данные по лимитам дней стельности. В общей выборке по данным продолжительности второй стельности 468 коров минимальное количество дней стельности составляет 264 дня, максимальное 299 дней, а по третьей стельности 355 коров данное соотношение лимитов составляет 261:296 дней, причём при рождении тёлков по второй стельности разброс составляет от 266 до 299 дней (по третьей стельности 261:297 дней), при рождении бычков – от 264 до 294 дней (по третьей стельности 261:296 дней).

Выводы. По результатам анализа продолжительности второй стельности по 468 коровам и продолжительности третьей стельности по 355 коровам можно сделать следующие выводы:

– по результатам второй стельности средняя продолжительность стельности при рождении тёлков составила 279,2 дня, а при рождении бычков 280,1 дня; соотношение в потомстве тёлков и бычков составило 228:240 голов (48,7/51,3%). Количество бычков в потомстве больше, чем тёлочек, у пяти быков-производителей;

– по результатам третьей стельности средняя продолжительность по 355 коровам составила 280,1 дня, причём при рождении тёлков средняя продолжительность стельности составила 279,2 дня, а при рождении бычков 280,9 дня; соотношение в потомстве тёлков и бычков по результатам третьей стельности составило 165:190 голов (46,5/53,5%). Количество бычков в потомстве больше, чем тёлочек, у шести быков-производителей.

При сравнении продолжительности стельности дочерей быка Иман 314 красной степной породы с дочерьми восьми быков-производителей красно-пёстрой голштинской породы соотношение по второму отёлу составляет 278,4:279,8 дня, а по третьему отёлу 278,9:280,2 дня.

Продолжительность стельности оказывает влияние на увеличение живой массы при рождении как тёлков, так и бычков, и соответственно, сопровождается увеличением продолжительности сервис-периода.

Увеличение продолжительности стельности в среднем на один день по стаду 700 дойных коров при среднесуточном удое в 20 кг приводит к потере молока общим объёмом 14 тонн в сутки.

Список литературы

1. Габаев М. С., Гукежев В. М. Зависимость воспроизводительных качеств дочерей быков от различных факторов // Аграрный вестник Урала. 2013. № 4(110). С. 22–26. EDN: RBLUDR
2. Михалёв В. И., Скориков В. Н. Состояние новорожденного молодняка и коров-матерей в зависимости от характера беременности // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины». 2024. Т. 60. № 2. С. 42–46. EDN: PLIVMJ
3. Дюльгер Г. П. Репродуктивные потери у коров в период плодоношения // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2012. № 11. С. 30–35. EDN: XBIPJD
4. Humblot A. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, pregnancies and sources of embryonic mortality in ruminants // Theriogenology. 2001. № 56. Pp. 1417–1433. DOI: 10.1016/S0093-691X(01)00644-6
5. Лободин К. А., Нежданов А. Г. Фундаментальные и прикладные аспекты контроля за воспроизводительной функцией молочных коров в сухостойный и послеродовой периоды // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2014. № 3. С. 97–103. EDN: SQRXEL
6. Белобороденко М. А. Течение беременности и родов у первотёлков, находящихся в условиях гиподинамии // Ветеринарная патология. 2009. № 2(29). С. 55–58. EDN: OCZEVX
7. Преображенский О. Н. Продолжительность беременности у животных // Зоотехния. 2001. № 4. С. 30–32. EDN: HRROAJ
8. Гавриленко Н. Н., Капралов Д. В. Прогнозирование и профилактика патологии родов и послеродового периода у коров // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины». 2017. Т. 53. № 2. С. 28–32. EDN: ZHUALL
9. Сиротинина В. Ю. Влияние физиологических факторов на продолжительность стельности у коров айрширской породы // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. 2011. № 2 (115). С. 59–61. EDN: OGBRCJ

10. Самбуров Н. В. Продуктивные особенности голштинизированного чёрно-пёстрого скота // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2008. № 2(40). С. 40–43. EDN: ISWART
11. Карамеева А. С., Коровин А. В. Воспроизводительные качества коров молочных пород в условиях промышленного комплекса // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 79–81. EDN: SAEYFX
12. Паталайнен Л. С. Изучение факторов, влияющих на продолжительность стельности у коров // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2023. № 4(33). С. 56–60. EDN: RPQBBT

References

1. Gabaev MS, Gukezhev VM. The dependence of reproductive qualities of daughters of bulls from different factors. *Agrarian bulletin of the Urals*. 2013;(4):22–26. (In Russ.). EDN: RBLUDR
2. Mikhalev VI, Skorikov VN. Condition of newborn cattle and mother cows depending on the pregnancy pattern. *Uchyonye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena "Znak Pochyota" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny»*. 2024;60(2):42–46. (In Russ.). EDN: PLIVMJ
3. Dyulger GP. Reproductive losses in cows during the fruiting period. *Veterinariya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh*. 2012;(11):30–35. (In Russ.). EDN: XBIPJD
4. Humblot A. Use of pregnancy-specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, of pregnancies and sources of embryonic mortality in ruminants. *Theriogenology*. 2001;(56):1417–1433. DOI: 10.1016/S0093-691X(01)00644-6
5. Lobodin KA, Nezhdanov AG. Fundamental and Applied Aspects of Monitoring the Reproductive Function of Dairy Cows during the Dry and Postpartum Periods. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniâ v veterinarii*. 2014;(3):97–103. (In Russ.). EDN: SQRXEL
6. Beloborodenko MA. The course of pregnancy and parturition in first-calf heifers kept in conditions of physical inactivity. *Veterinary pathology*. 2009;(2):55–58. (In Russ.). EDN: OCZEVX
7. Preobrazhensky ON. Duration of animal's gestation. *Zootechniya*. 2001;(4):30–32. (In Russ.). EDN: HRROAJ
8. Gavrilenko NN, Kapralov DV. Prediction and prevention of pathology of labour and postnatal period at cows. *Uchyonye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena "Znak Pochyota" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny»*. 2017;53(2):28–32. (In Russ.). EDN: ZHUALL
9. Sirotinina VYu. Influence of Physiological Factors on the Duration of Pregnancy in Ayrshire Cows. *Proceedings of Petrozavodsk State University*. 2011;(2):59–61. (In Russ.). EDN: OGBRCJ
10. Samburov NV. Productive features of Holsteinized Black-and-White cattle. *Bulletin of Altai state agricultural university*. 2008;(2):40–43. (In Russ.). EDN: ISWART
11. Karamaeva AS, Korovin AV. Reproductive qualities of cows of dairy breeds in the conditions of the industrial complex. *Bulletin Samara state agricultural academy*. 2014;(1):79–81. (In Russ.). (In Russ.). EDN: SAEYFX
12. Patalainen LS. A study of factors influencing the duration of a cow's gestation period a study of factors influencing the duration of a cow's gestation period. *Vestnik of Buryat state academy of agriculture named after V. Philippov*. 2023;(4):56–60. (In Russ.). EDN: RPQBBT

Сведения об авторах

Хуранов Алан Мухадинович – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2861-6972

Гукежев Владимир Мицахович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией животноводства Института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук», SPIN-код: 7108-7377

Шипшев Батыр Михайлович – кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой «Ветеринарная медицина», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2274-8120

Information about the authors

Alan M. Khuranov – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2861-6972

Vladimir M. Gukezhev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Animal Husbandry Laboratory, Institute of Agriculture – branch of the Federal Scientific Center Kabardino-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, SPIN-code: 7108-7377

Batyr M. Shipshev – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2274-8120

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 18.05.2026;
одобрена после рецензирования 09.06.2026;
принята к публикации 16.06.2026.*

*The article was submitted 18.05.2026;
approved after reviewing 09.06.2026;
accepted for publication 16.06.2026.*

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals

Научная статья

УДК 636.2:636.082

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-43-53

**Результативность отбора на основе селекционного индекса
высокопродуктивных дочерей быков с племенными категориями,
установленными модифицированным методом****Заурбек Магомедович Айсанов^{✉1}, Тимур Тазретович Тарчоков²,
Мадина Гамовна Тлейншева³**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{✉1}Zaurbek.1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2829-2848>²ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>³tleinsheva.madina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9239-8591>

Аннотация. Отбор быков-производителей по качеству потомства и высокопродуктивных коров на основе селекционного индекса в целях повышения молочной продуктивности крупного рогатого скота по-прежнему остается актуальным вопросом. Цель исследования заключалась в апробации модифицированного авторами метода определения категорий племенной ценности быков-производителей молочных и молочно-мясных пород и установлении эффективности отбора на основе селекционного индекса высокопродуктивных дочерей быков-производителей с разной племенной ценностью. Исследования проведены в 2025–2026 гг. в ООО «Малка» Зольского района Кабардино-Балкарской Республики на коровах-первотелках красной степной породы, дочерях трех быков-производителей – Валет 117 (28 дочерей), Напор 905 (28 дочерей), Парус 21 (25 дочерей). В ходе проведенного исследования установлено, что среди сравниваемых по качеству потомства быков-производителей улучшающий эффект по удою проявил бык-производитель Парус 21 (A_3), по жирномолочности – бык-производитель Напор 905 (B_2). По белковомолочности бык-производитель Напор 905 оказался улучшателем второй категории (B_2), а остальные быки-производители были нейтральными (H). Дочери быков-производителей с наибольшей величиной селекционного индекса превосходили своих полусестер с наименьшей величиной селекционного индекса по удою за лактацию на 9,8–18,9% ($p>0,95–0,99$), по жирномолочности – на 0,16–0,33 абс.% ($p>0,95–0,999$), по белковомолочности – на 0,02–0,04 абс.% ($p<0,95$). Из двух изучаемых факторов наибольшую силу влияния на удой и жирномолочность оказала величина селекционного индекса (48,4 и 16,0% ($p>0,999$)), наименьшую – бык-производитель (2,1 и 4,3% ($p<0,95$)).

Ключевые слова: красная степная порода, бык-производитель, корова-первотелка, племенная ценность, селекционный индекс

Для цитирования: Айсанов З. М., Тарчоков Т. Т., Тлейншева М. Г. Результативность отбора на основе селекционного индекса высокопродуктивных дочерей быков с племенными категориями, установленными модифицированным методом // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 43–53. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-43-53

Original article

The effectiveness of selection based on the selection index highly productive daughters of bulls with breeding categories, installed using a modified method

Zaurbek M. Aisanov ^{✉1}, Timur T. Tarchokov², Madina G. Tleynsheva³

Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

^{✉1}Zaurbek.1965@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2829-2848>

²ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>

³tleinsheva.madina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9239-8591>

Abstract. The selection of sires based on the quality of their offspring still remains relevant for increasing the milk productivity of cattle, as well as the selection of highly productive cows based on a selection index that takes into account the exterior characteristics of animals. The purpose of the study was to test the method modified by the authors for determining the categories of breeding value of sires of dairy and dairy-meat breeds and to establish the effectiveness of selection based on the selection index of highly productive daughters of sires with different breeding values. The studies were conducted in 2025–2026. in LLC «Malka» Zolsky district of the Kabardino-Balkarian Republic on first-calf cows of the red steppe breed, daughters of three sires – Valet 117 (28 daughters), Napor 905 (28 daughters), Parus 21 (25 daughters). In the course of the study, it was established that among the offspring of sires compared by quality, the sire Parus 21 (A3) showed an improving effect in terms of milk yield, and the sire Napor 905 (B2) showed an improving effect in milk fat content. In terms of milk protein content, the Napor 905 sire turned out to be an improver of the second category (B2), and the remaining sires were neutral (N). The daughters of sire bulls with the highest value of the selection index were superior to their half-sisters with the lowest value of the selection index in terms of milk yield per lactation by 9.8–18.9% ($p>0.95$ – 0.99), in fat milk content – by 0.16–0.33 abs.% ($p>0.95$ – 0.999), in milk protein content – by 0.02–0.04 abs.% ($p<0.95$). Of the two factors studied, the greatest influence on milk yield and fat content was exerted by the selection index (48.4 and 16.0% ($p>0.999$)), the least – by the sire (2.1 and 4.3% ($p<0.95$)).

Keywords: red steppe breed, sire, first-calf cow, breeding value, selection index

For citation: Aisanov ZM, Tarchokov TT, Tleynsheva MG. The effectiveness of selection based on the selection index highly productive daughters of bulls with breeding categories, installed using a modified method. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3): 43–53. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-43-53

Введение. В ходе совершенствования существующих пород и создания новых пород сельскохозяйственных животных ведущую роль играют две составляющие процесса селекции – отбор и подбор.

Основное назначение отбора при проведении селекционно-племенной работы с разными породами сельскохозяйственных животных заключается в сохранении популяции высокопродуктивных особей, устойчиво передающих потомству свои ценные качества. Такие животные используются в качестве племенных для улучшения селекционных признаков отдельных стад и пород в целом.

Отбор быков-производителей по качеству потомства по-прежнему остается актуальным [1–6]. Однако следует отметить, что в молочном скотоводстве Российской Федерации наряду с методом BLUP (наилучший линейный несмещенный прогноз) для отбора высокоценных быков-производителей применяется «Инструкция по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства» [7], утвержденная Министерством сельского хозяйства СССР 10 декабря 1979 года. В подпункте 1.2 указанной инструкции отмечается, что «проверку и оценку быков-производителей по продуктивности и другим

качествам их дочерей проводят в хозяйствах и фермах, в которых достигнут уровень продуктивности коров не ниже 3000 кг за календарный год». Применительно к современному молочному скотоводству страны данное положение требует пересмотра минимального уровня продуктивности стада в сторону увеличения с учетом величины удоя каждой отдельно взятой породы.

Кроме отбора по качеству потомства, для повышения молочной продуктивности крупного рогатого скота используют индексную селекцию – отбор коров на основе селекционного индекса, учитывающего экстерьерные признаки животных конкретного стада [8, 9].

Цель исследования – апробировать модифицированный авторами метод определения категорий племенной ценности быков-производителей молочных и молочно-мясных пород и установить эффективность отбора высокопродуктивных дочерей быков-производителей с разной племенной ценностью на основе селекционного индекса, учитывающего экстерьерные признаки.

Задачи исследования:

1) определить модифицированным методом категории племенной ценности по удою и жирномолочности быков-производителей красной степной породы;

2) определить новым методом дополнительную категорию племенной ценности (по белковомолочности) разных быков-производителей;

3) установить эффективность отбора на основе селекционного индекса высокопродуктивных дочерей сравниваемых быков-производителей;

4) провести сравнение быков-производителей по удельному весу высокопродуктивных дочерей;

5) методом двухфакторного дисперсионного анализа рассчитать силу влияния быка-производителя и величины селекционного индекса на удою, жирномолочность и белковомолочность подопытных коров-первотелок.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования были проведены в 2025–2026 гг. в ООО «Малка» Зольского района Кабардино-Балкарской Республики на коровах-первотелках молочного стада красной степной породы.

На поголовье 103 коров-первотелок (табл. 1) проведена апробация модифицированного авторами метода присвоения быкам-производителям категорий племенной ценности по удою и жирномолочности и дополнительному признаку – белковомолочности.

Таблица 1. Схема формирования опытных групп коров-первотелок, дочерей разных быков-производителей

Table 1. Scheme of formation of experimental groups of first-calf cows, daughters of different sires

Кличка и инд. номер быка-производителя	Количество дочерей быка-производителя	Количество сверстниц дочерей быка-производителя	Общее количество коров-первотелок
Валет 117	28 голов	75 голов	103 головы
Напор 905	28 голов	75 голов	103 головы
Парус 21	25 голов	78 голов	103 головы

Суть предложенной авторами модификации заключается в следующем. В связи с повышением удоя коров во всех регионах страны, по сравнению с показателями 46-летней давности, когда была утверждена действующая «Инструкция по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства» (10 декабря 1979 года), возникла необходимость скорректировать применительно к современным условиям минималь-

ную величину удоя стада, для чего нужно провести оценку быков-производителей по качеству потомства. Также нужно скорректировать минимальную величину удоя дочерей оцениваемых быков-производителей, увеличить удою коров-первотелок и средний удою стада в 1,5 раза по сравнению с «Минимальными требованиями к молочной продуктивности коров по породам» (прил. № 1), утвержденными Приказом № 379 Министерства сельского хо-

зайства Российской Федерации от 28 октября 2010 года «Об утверждении порядка и условий проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направления продуктивности» (табл. 2).

В таблице 3 приводятся минимальные требования к жирномолочности и белковомолочности коров разных пород (прил. № 1 «Минимальные требования к молочной продуктивности коров по породам»).

Для определения категорий племенной ценности быков-производителей по удою, жирномолочности и белковомолочности следует использовать специальные шкалы (табл. 4, 5, 6).

В зависимости от величины удоя, жирномолочности и белковомолочности, указанных в стандарте каждой породы, все молочные и

молочно-мясные породы крупного рогатого скота распределены в две группы (табл. 7).

Разницу между продуктивностью дочерей (Д) быка-производителя и их сверстниц (С) рассчитывали по формулам:

а) удой:

$$\frac{(Д - С) \cdot в \cdot 100}{С},$$

где

в – поправочный коэффициент на количество дочерей быка-производителя (n),

$$в = \frac{0,075 \cdot n}{0,075 \cdot n + 0,925};$$

б) жирномолочность:

Д–С;

в) белковомолочность:

Д–С.

Таблица 2. Минимальные требования к удою стада, в которых оценивают быков-производителей по качеству потомства в зависимости от породной принадлежности КРС, кг

Table 2. Minimum requirements for the milk yield of a herd in which the quality of the offspring of sires is assessed, depending on the breed of cattle, kg

Название породы	Стандарт породы по удою за 305 дней лактации		150% от стандарта породы по удою	
	первая лактация	средний по трем лактациям	первая лактация	средний по трем лактациям
Айрширская	3300	3600	4950	5400
Бестужевская	2500	2850	3750	4300
Бурая швицкая	3000	3450	4500	5200
Голштинская	4500	5000	6750	7500
Джерсейская	3000	3250	4500	4900
Истобенская	2800	3200	4200	4800
Костромская	3000	3450	4500	5200
Красная горбатовская	3000	3450	4500	5200
Красная степная	3000	3450	4500	5200
Красная тамбовская	3000	3450	4500	5200
Красная эстонская	3000	3450	4500	5200
Красно-пестрая	3200	3550	4800	5350
Симментальская	2800	3300	4200	4950
Суксунская	3000	3450	4500	5200
Сычевская	2800	3300	4200	4950
Тагильская	2800	3200	4200	4800
Холмогорская	3200	3550	4800	5350
Черно-пестрая	3500	3850	5250	5800
Ярославская	3000	3300	4500	4950

Таблица 3. Минимальные требования к жирномолочности и белковомолочности коров
в зависимости от породной принадлежности**Table 3.** Minimum requirements for milk fat and milk protein content of cows
depending on breed

Название породы	Стандарт породы по жирномолочности, %	Стандарт породы по белковомолочности, %
Айрширская	4,1	3,3
Бестужевская	3,7	3,1
Бурая швицкая	3,8	3,2
Голштинская	3,7	3,0
Джерсейская	5,6	3,6
Истобенская	3,8	3,2
Костромская	3,8	3,2
Красная горбатовская	3,7	3,1
Красная степная	3,7	3,1
Красная тамбовская	3,7	3,1
Красная эстонская	3,7	3,1
Красно-пестрая	3,8	3,0
Симментальская	3,8	3,2
Суксунская	3,7	3,1
Сычевская	3,8	3,2
Тагильская	3,8	3,2
Холмогорская	3,7	3,0
Черно-пестрая	3,7	3,0
Ярославская	4,0	3,3

Таблица 4. Шкала для оценки быков-производителей по удою дочерей**Table 4.** Scale for evaluating breeding bulls based on daughters' milk yield

Удой сверстниц дочерей быка-производителя, кг			Категории быков-производителей в зависимости от степени превышения удоя их дочерей над удоем сверстниц, %			
группа по уровню удоя сверстниц	группа пород		А ₁	А ₂	А ₃	Н
	I	II				
I	5301 и более	4251 и более	+3,0 и более	+2,9...+2,0	+1,9...+1,0	+0,9...–3,5
II	4800–5300	3750–4250	+4,0 и более	+3,9...+3,0	+2,9...+2,0	+1,9...–3,0

Примечание. А₁ – улучшатель удоя первой категории; А₂ – улучшатель удоя второй категории; А₃ – улучшатель удоя третьей категории; Н – нейтральный по удою.

Таблица 5. Шкала для оценки быков-производителей по жирномолочности дочерей**Table 5.** Scale for evaluating breeding bulls for milk fat content of their daughters

Жирномолочность сверстниц дочерей быка-производителя, %			Категории быков-производителей в зависимости от превышения жирномолочности их дочерей над жирномолочностью сверстниц, абс. %			
группа по жирномолочности сверстниц	группа пород		Б ₁	Б ₂	Б ₃	Н
	I	II				
I	4,40 и более	4,10 и более	+0,05 и более	+0,04...+0,03	+0,02...+0,01	0,00...–0,10
II	4,20–4,39	3,90–4,09	+0,10 и более	+0,09...+0,07	+0,06...+0,04	+0,03...–0,09
III	4,00–4,19	3,70–3,89	+0,15 и более	+0,14...+0,10	+0,09...+0,06	+0,05...–0,07

Примечание. Б₁ – улучшатель жирномолочности первой категории; Б₂ – улучшатель жирномолочности второй категории; Б₃ – улучшатель жирномолочности третьей категории; Н – нейтральный по жирномолочности.

Таблица 6. Шкала для оценки быков-производителей по белковомолочности дочерей
Table 6. Scale for evaluating sires for the protein content of their daughters

Белковомолочность сверстниц дочерей быка-производителя, %			Категории быков-производителей в зависимости от превышения белковомолочности их дочерей над белковомолочностью сверстниц, абс. %			
группа по белковомолочности сверстниц	группа пород		В ₁	В ₂	В ₃	Н
	I	II				
I	3,50 и более	3,20 и более	+0,05 и более	+0,04...+0,03	+0,02...+0,01	0,00...–0,08
II	3,40–3,49	3,10–3,19	+0,08 и более	+0,07...+0,06	+0,05...+0,03	+0,02...–0,07
III	3,30–3,39	3,00–3,09	+0,12 и более	+0,11...+0,08	+0,07...+0,05	+0,04...–0,06

Примечание. В₁ – улучшатель белковомолочности первой категории; В₂ – улучшатель белковомолочности второй категории; В₃ – улучшатель белковомолочности третьей категории; Н – нейтральный по белковомолочности.

Таблица 7. Распределение молочных и молочно-мясных пород КРС с учетом требований стандарта породы к величине удоя, жирномолочности и белковомолочности по группам I и II
Table 7. Distribution of dairy and dairy-beef cattle breeds, taking into account the breed standard requirements for milk yield, fat content, and milk protein content, by groups I and II

Название породы	Группа пород		
	по удою	по жирномолочности	по белковомолочности
Айрширская	I	I	I
Бестужевская	II	II	II
Бурая швицкая	II	II	II
Голштинская	I	II	II
Джерсейская	II	I	I
Истобенская	II	II	II
Костромская	II	II	II
Красная горбатовская	II	II	II
Красная степная	II	II	II
Красная тамбовская	II	II	II
Красная эстонская	II	II	II
Красно-пестрая	I	II	II
Симментальская	II	II	II
Суксунская	II	II	II
Сычевская	II	II	II
Тагильская	II	II	II
Холмогорская	I	II	II
Черно-пестрая	I	II	II
Ярославская	II	I	I

Эффективность отбора высокопродуктивных дочерей разных быков-производителей изучали на основе применения разработанного авторами ранее [9] селекционного индекса, формула которого имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 СИ = & \frac{30 \cdot (ОВ_i - ОВ_{\min})}{ОВ_{\max} - ОВ_{\min}} + \frac{30 \cdot (ИШ_i - ИШ_{\min})}{ИШ_{\max} - ИШ_{\min}} + \\
 & + \frac{40 \cdot (МЖБ_i - МЖБ_{\min})}{МЖБ_{\max} - МЖБ_{\min}},
 \end{aligned}$$

где

СИ – селекционный индекс коровы, баллы;

ОВ – обхват вымени, см;

ИШ – индекс широкозадости коровы, %;

$$\text{ИШ} = \frac{\text{ШМ} \cdot 100}{\text{ОГ}};$$

ШМ – ширина в маклоках коровы, см;

ОГ – обхват груди за лопатками коровы, см;

МЖБ – количество молочного жира и белка, произведенных организмом коровы за лактацию, кг,

$$\text{МЖБ} = \frac{(\text{Ж} + \text{Б}) \cdot \text{У}}{100};$$

Ж – жирномолочность коровы, %;

Б – белковомолочность коровы, %;

У – удой коровы за лактацию, кг;

min, max – минимальные и максимальные значения показателя в группе отбора.

Силу влияния быков-производителей и величины селекционного индекса на удой, жирномолочность и белковомолочность подопытных коров-первотелок определяли с помощью дисперсионного анализа двухфакторных комплексов [10].

Результаты исследования. Апробацию модифицированного авторами метода определения категорий племенной ценности быков-производителей молочных и молочно-мясных пород проводили на трех быках-производителях – Валет 117 (28 дочерей), Напор 905 (28 дочерей) и Парус 21 (25 дочерей), закрепленных за маточным поголовьем молочного стада ООО «Малка» (табл. 8).

Таблица 8. Категории племенной ценности оцениваемых по качеству потомства быков-производителей

Table 8. Categories of breeding value of bulls assessed for the quality of their offspring

Признак	Кличка и инд. номер быка-производителя	Продуктивность дочерей (Д)		Продуктивность сверстниц (С)		Разница Д-С	Категория племенной ценности быка-производителя
		n	$\bar{X}$	n	$\bar{X}$		
Удой	Валет 117	28	5500 кг	75	5641 кг	-1,7%	Н
	Напор 905	28	5599 кг	75	5604 кг	-0,1%	Н
	Парус 21	25	5711 кг	78	5568 кг	+1,8%	A ₃
Жирномолочность	Валет 117	28	3,88%	75	4,02%	-0,14%	У*
	Напор 905	28	4,03%	75	3,96%	+0,07%	B ₂
	Парус 21	25	3,98%	78	3,98%	0	Н
Белковомолочность	Валет 117	28	3,22%	75	3,23%	-0,01%	Н
	Напор 905	28	3,25%	75	3,22%	+0,03%	B ₂
	Парус 21	25	3,23%	78	3,23%	0	Н

* – ухудшатель.

Как видно из таблицы 8, среди сравниваемых по качеству потомства быков-производителей улучшающий эффект по удою показал бык-производитель Парус 21 (A₃), по жирномолочности – бык-производитель Напор 905 (B₂).

По белковомолочности бык-производитель Напор 905 оказался улучшателем второй категории (B₂), тогда как остальные быки-производители были нейтральными (Н).

По каждому отдельно взятому признаку молочной продуктивности удельный вес быков-производителей, проявивших улучшающий эффект, был одинаковым (33,3%).

Для отбора высокопродуктивных дочерей разных быков-производителей применяли селекционный индекс (СИ), адаптированный к верхним и нижним границам изменчивости в стаде коров-первотелок ООО «Малка» трех используемых при проведении расчетов признаков (ОВ; ИШ; МЖБ):

$$\text{СИ} = \frac{30 \cdot (\text{ОВ}_i - 111)}{19} + \frac{30 \cdot (\text{ИШ}_i - 23,3)}{4,4} + \frac{40 \cdot (\text{МЖБ}_i - 316,2)}{224,7}.$$

Насколько эффективным может быть отбор высокопродуктивных коров-первотелок разного происхождения по величине селекционного индекса, можно судить по данным таблицы 9.

Анализ данных таблицы 9 показал существенное превосходство коров-первотелок с наибольшей величиной селекционного ин-

декса над животными с наименьшей величиной селекционного индекса, которое составило по удою 9,8–18,9% ($p>0,95-0,99$), по жирномолочности 0,16–0,33 абс.% ($p>0,95-0,999$). По белковомолочности такое превосходство оказалось незначительным (0,02–0,04 абс.%) и статистически недостоверным ($p<0,95$).

Таблица 9. Различия по удою, жирномолочности и белковомолочности между коровами-первотелками с наибольшей (ранг 1–41) и наименьшей (ранг 42–81) величиной селекционного индекса (СИ)

Table 9. Differences in milk yield, fat content and protein content between first-calf heifers with the highest (rank 1–41) and lowest (rank 42–81) selection index (SI) values

Признак	Кличка и инд. номер быка-производителя	Дочери с наибольшей величиной СИ		Дочери с наименьшей величиной СИ		Разница, %
		n	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	n	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	
Удой	Все быки-производители	41	6005±127	40	5201±119	+15,5 ^{xxx}
	Валет 117	13	5803±176	15	5283±180	+9,8 ^x
	Напор 905	15	6026±184	13	5106±226	+18,0 ^{xx}
	Парус 21	13	6184±198	12	5200±234	+18,9 ^{xx}
Жирномолочность	Все быки-производители	41	4,09±0,034	40	3,84±0,039	+0,25 ^{xxx}
	Валет 117	13	4,06±0,059	15	3,73±0,045	+0,33 ^{xxx}
	Напор 905	15	4,11±0,041	13	3,95±0,053	+0,16 ^x
	Парус 21	13	4,09±0,055	12	3,87±0,071	+0,22 ^x
Белковомолочность	Все быки-производители	41	3,25±0,019	40	3,22±0,021	+0,03
	Валет 117	13	3,24±0,025	15	3,20±0,030	+0,04
	Напор 905	15	3,26±0,037	13	3,24±0,044	+0,02
	Парус 21	13	3,24±0,033	12	3,22±0,041	+0,02

x – $p>0,95$; xx – $p>0,99$; xxx – $p>0,999$.

Удельный вес дочерей оцениваемых быков-производителей с наибольшей величиной селекционного индекса в среднем был равен 51,3% с колебаниями от 46,4 до 53,6%.

В таблице 10 отражены результаты дисперсионного анализа, проведенного для оп-

ределения силы влияния двух изучаемых факторов на показатели молочной продуктивности дочерей разных быков-производителей.

Таблица 10. Сила влияния быка-производителя (фактор А) и величины селекционного индекса (фактор В) на показатели молочной продуктивности коров-первотелок (η_x^2 , %)

Table 10. The influence of the sire (factor A) and the selection index (factor B) on the milk productivity of first-calf cows (η_x^2 , %)

Показатель	Фактор					
	A	B	AB	x	z	y
Удой	2,1	48,4 ^{xxx}	1,7	52,2 ^{xxx}	47,8	100,0
Жирномолочность	4,3	16,0 ^{xxx}	0,5	20,8 ^{xx}	79,2	100,0
Белковомолочность	1,4	0,4	0,8	2,6	97,4	100,0

xx – $p>0,99$; xxx – $p>0,999$.

Приведенные в таблице 10 данные указывают на то, что из двух изучаемых факторов наибольшую силу влияния на удой и жирномолочность оказала величина селекционного индекса 48,4 и 16,0% ($p>0,999$) соответственно, в то время как сила влияния быка-производителя на эти признаки была незначительной (2,1 и 4,3%, $p<0,95$).

Сила влияния каждого отдельно взятого организованного фактора на белковомолочность коров-первотелок оказалась низкой (0,4–1,4%, $p<0,95$).

Проанализировав результаты исследований, авторы сформулировали следующие **выводы**:

1) среди сравниваемых по качеству потомства быков-производителей улучшающий эффект по удою проявил бык-производитель Парус 21 (A_3), по жирномолочности – бык-производитель Напор 905 (B_2);

2) по белковомолочности бык-производитель Напор 905 оказался улучшателем второй категории (B_2), а остальные быки-производители были нейтральными (H);

3) дочери быков-производителей с наибольшей величиной селекционного индекса превосходили своих полусестер с наименьшей величиной селекционного индекса по удою за лактацию на 9,8–18,9% ($p>0,95$ –0,99), по жирномолочности – на 0,16–0,33 абс.% ($p>0,95$ –0,999), по белковомолочности – на 0,02–0,04 абс.% ($p<0,95$);

4) удельный вес дочерей оцениваемых быков-производителей с наибольшей величиной селекционного индекса находился в пределах 46,4–53,6%;

5) из двух изучаемых факторов наибольшую силу влияния на удой и жирномолочность оказала величина селекционного индекса (48,4 и 16,0%) ($p>0,999$), наименьшую силу влияния – бык-производитель (2,1 и 4,3%) ($p<0,95$). Сила влияния каждого из двух факторов на белковомолочность коров-первотелок была низкой (0,4 и 1,4% ($p<0,95$)).

Список литературы

1. Иванов В. А., Попов Н. А., Марзанов Н. С. Сравнительный анализ различных методов оценки быков-производителей // Проблемы биологии продуктивных животных. 2016. № 4. С. 69–80. EDN: XGSQRT
2. Сакса Е. И. Оценка быков-производителей голштинской породы по качеству потомства // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 5. С. 23–28. DOI: 10.33943/MMS.2020.20.46.004. EDN: UILMIQ
3. Санова З. С. Оценка голштинских быков по комплексу признаков их дочерей // Владимирский земледелец. 2018. № 3(85). С. 40–44. DOI: 10.24411/2225-2584-2018-00029. EDN: VOMQIT
4. Попов Н. А. Племенная ценность быков голштинской породы в хозяйствах Московской области // Молочное и мясное скотоводство. 2023. № 4. С. 16–20. DOI: 10.33943/MMS.2023.98.65.004. EDN: DLJMJU
5. Горелик А. С., Ребезов М. Б., Горелик О. В. Оценка быков-производителей голштинской породы по качеству потомства // Аграрная наука. 2023. № 11. С. 34–40. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-34-40. EDN: XNOXRM
6. Айсанов З. М., Тарчоков Т. Т., Тлейншева М. Г. Новый метод определения категорий племенной ценности быков-производителей молочных и молочно-мясных пород // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 3(45). С. 55–63. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-55-63. EDN: OADKZG
7. Инструкция по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства. Москва: Колос, 1980. 16 с.
8. Контэ А. Ф., Недашковский И. С. Селекционный индекс в племенной работе с крупным рогатым скотом черно-пестрой породы // Пермский аграрный вестник. 2024. № 4(48). С. 82–90. DOI: 10.47737/2307-2873_2024_48_82. EDN: LHGQPN
9. Эффективность отбора высокопродуктивного молочного скота на основе селекционного индекса, учитывающего экстерьерные признаки коров / З. М. Айсанов, С. Ф. Суханова, М. Г. Тлейншева, Т. Т. Тарчоков // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 2(58). С. 22–30. DOI: 10.52463/2227-4227_2026_58_22_30. EDN: BIBEDB
10. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 256 с.

References

1. Ivanov VA, Popov NA, Marzanov NS. Comparative analysis of the bulls evaluation by various methods. *Problemy biologii productivnykh zhivotnykh* [Problems of productive animal biology]. 2016;(4):69–80. (In Russ.). EDN: XGSQRT
2. Saksa EI. Evaluation of the holstein breed sires by the quality of offspring. *Dairy and beef cattle farming*. 2020;(5):23–28. (In Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2020.20.46.004. EDN: UILMIQ
3. Sanova ZS. *Otsenka golstinskikh bykov po kompleksu priznakov ikh docherey* [Evaluation of Holstein bulls based on the complex of traits of their daughters]. *Vladimir agricolist*. 2018;(3):40–44. (In Russ.). DOI: 10.24411/2225-2584-2018-00029. EDN: VOMQIT
4. Popov NA. Breeding value of Holstein bulls on farms in the Moscow region. *Dairy and beef cattle farming*. 2023;(4):16–20. (In Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2023.98.65.004. EDN: DLJMJU
5. Gorelik AS, Rebezov MB, Gorelik OV. Evaluation of Holstein bulls based on the quality of their offspring. *Agrarnaya nauka* [Agrarian Science]. 2023;(11):34–40. (In Russ.). DOI: 10.32634/0869-8155-2023-376-11-34-40. EDN: XNOXRM
6. Aysanov ZM, Tarchokov TT, Tleynsheva MG. A new method for determining the category of breeding value of bulls producing dairy and dairy-meat breeds. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2024;(3):55–63. (In Russ.).
7. *Instruktsiya po proverke i otsenke bykov molochnykh i molochno-myasnykh porod po kachestvu potomstva* [Instructions for testing and evaluating bulls of dairy and dairy-meat breeds for the quality of offspring]. Moscow: Kolos, 1980. 16 p. (In Russ.).
8. Konte AF, Nedashkovskiy IS. Selection index in breeding work with black-and-white cattle. *Perm Agrarian journal*. 2024;(4):82–90. (In Russ.). DOI: 10.47737/2307-2873_2024_48_82. EDN: LHGQPN
9. Aisanov ZM, Sukhanova SF, Tleynsheva MG, Tarchokov TT. Effectiveness of highly productive dairy cattle selection based on the selection index considering exterior features of cows. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2026;(2):22–30. (In Russ.). DOI: 10.52463/2227-4227_2026_58_22_30. EDN: BIBEDB
10. Plokhinskiy NA. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* [A Guide to Biometrics for Animal Scientists]. Moscow: Kolos, 1969. 256 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Айсанов Заурбек Магометович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7672-6909, Scopus ID: 57212190248, Researcher ID: AAB-9728-2020

Тарчоков Тимур Тазретович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9472-0334, Scopus ID: 57193828145, Researcher ID: AAB-9723-2020

Тлейншева Мадина Гамовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8132-9790, Scopus ID: 57212198660, Researcher ID: AAB-9714-2020

Information about the authors

Zaurbek M. Aisanov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Animal Science and veterinary and sanitary expertise, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7672-6909, Scopus ID: 57212190248, Researcher ID: AAB-9728-2020

Timur T. Tarchokov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9472-0334, Scopus ID: 57193828145, Researcher ID: AAB-9723-2020

Madina G. Tleynsheva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8132-9790, Scopus ID: 57212198660, Researcher ID: AAB-9714-2020

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 05.08.2026;
одобрена после рецензирования 26.08.2026;
принята к публикации 02.09.2026.*

*The article was submitted 05.08.2026;
approved after reviewing 26.08.2026;
accepted for publication 02.09.2026.*

Научная статья

УДК 636.32/38.035

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-54-61

Шерстная продуктивность и качество шерсти молодняка овец горьковской породы и их помесей

Андрей Орестович Басонов^{✉1}, Юрий Харлампиевич Илиади²,

Анна Сергеевна Кулаткова³, Орест Антипович Басонов⁴

Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева,
проспект Гагарина, 97, Нижний Новгород, Россия, 603107

^{✉1}bassonov.64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7916-4774>

²mdsltdgr@yahoo.gr

³ann.sk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5972-1932>

⁴bassonov.64@mail.ru

Аннотация. В статье приведены данные исследований, проведенных с целью оценки количественных и качественных показателей шерстной продуктивности овец горьковской породы и их помесей с породой гемпшир в условиях ООО «Дружба» Лысковского округа Нижегородской области. Показатели исследуемых параметров (настриг невытой и мытой шерсти, выход чистой шерсти, длина, тонина и крепость шерсти) проводили по общепринятым методикам. Сравнительный анализ качественных и количественных показателей шерсти предков опытных ярок подтвердил преимущество баранов-производителей породы гемпшир по настригу чистой шерсти и ее длине на 3,4 и 7,2%. Выявлено, что по настригу невытой шерсти помесные ярок преобладают над чистопородными на 0,14 кг, или на 4,1%, по мытой шерсти – на 0,09 кг, или на 4,7%, а по выходу чистой шерсти – на 2,6 единицы. Определено, что средняя естественная длина шерсти у помесных ярок больше, чем у чистопородных, на 0,38 см при разнице по истинной длине в 0,79 см. Доказано, что наибольшая уравнированность по длине волокон присуща помесным яркам 2,80%. Установлено, что ярок обеих опытных групп обладают шерстью 56-го качества. Выявлено, что шерсть высокой крепости (8,31 мк) 1-го класса кросс-бредного типа присуща полукровным яркам, что обусловлено породными особенностями горьковской породы и породы гемпшир.

Ключевые слова: овцы, горьковская порода, порода гемпшир, шерстная продуктивность, настриг, тонина и длина шерсти, крепость, выход чистой шерсти

Для цитирования: Басонов А. О., Илиади Ю. Х., Кулаткова А. С., Басонов О. А. Шерстная продуктивность и качество шерсти молодняка овец горьковской породы и их помесей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 54–61. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-54-61

Original article

Wool productivity and wool quality of young Gorky breed sheep and their crossbreeds

Andrey O. Basonov^{✉1}, Yuri Kh. Iliadi²,

Anna S. Kulatkova³, Orest A. Basonov⁴

Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, 97 Gagarin Avenue, Nizhny Novgorod, Russia, 603107

^{✉1}bassonov.64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7916-4774>

²mdsltdgr@yahoo.gr

³ann.sk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5972-1932>

⁴bassonov.64@mail.ru

Abstract. The article presents research data on quantitative and qualitative indicators of the wool of purebred yares of the Gorky breed and crossbreeds with the Hampshire breed in the conditions of Druzhba LLC of the Lyskovsky district of the Nizhny Novgorod region. The studies were conducted to compare the wool productivity and quality and quantity of the wool of Gorky sheep and their crosses with the Hampshire breed in order to further improve the breed. The parameters of the studied parameters (the cut of unwashed and washed wool, the yield of clean wool, length, tonin and strength of wool) were carried out according to generally accepted methods. A comparative analysis of the qualitative and quantitative indicators of the wool of the ancestors of the experimental yares confirmed the advantage of Hampshire sheep in cutting pure wool and its length by 3.4% and 7.2%. It was revealed that in terms of unwashed wool, crossbred yarns prevailed over purebred ones by 0.14 kg or 4.1%, in washed wool – by 0.09 kg or 4.7%, and in terms of pure wool output – by 2.6 units. It was determined that the average natural coat length of crossbred calves is 0.38 cm longer than that of purebred calves, with a difference in true length of 0.79 cm. It is proved that the greatest equalization in fiber length is inherent in crossbred yarns of 2.80%. It was found that the yarns of both experimental groups had 56% wool. It was revealed that high-strength wool (8.31 mk) of the 1st class of the crossbred type is inherent in half-blooded yarrows, which is due to the breed characteristics of the Gorky breed and the Hampshire breed.

Keywords: sheep, Gorky breed, Hampshire breed, wool productivity, shearing, wool tone and length, strength, yield of pure wool

For citation: Basonov AO, Iliadi YuKh, Kulatkova AS, Basonov OA. Wool productivity and wool quality of young Gorky breed sheep and their crossbreeds. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):54–61. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-54-61

Введение. Овцеводство остается важной подотраслью животноводства и образует единую систему, которая охватывает полный технологический цикл – выращивание поголовья, получение сырья (мяса, шерсти, овчины), его первичная обработка и дальнейшая глубокая переработка, а также использование побочного сырья (жира и др.) [1, 2]. В современных условиях развития агропромышленного комплекса приоритетным направлением селекции является создание высокопродуктивных генотипов, сочетающих отличные мясные формы с удовлетворительными показателями шерстной продуктивности [3, 4]. Однако ввиду сокращения поголовья овец в стране и снижения рентабельности производства требуется внедрение интенсивных технологий и использование генетического потенциала зарубежных пород в целях улучшения отечественного генофонда [5].

Горьковская порода овец, исторически являясь одним из лучших представителей мясо-шерстного направления в России, обладает рядом ценных хозяйственно-полезных признаков, включая высокую плодовитость и хорошие мясные качества [6], однако со временем утратила свой продуктивный потенциал. Ограничивающим фактором, снижающим

экономическую эффективность разведения горьковских овец, является относительно низкий выход шерсти, а недостаточный настриг шерсти не позволяет в полной мере реализовать экономический потенциал породы [7].

С целью восстановления утраченных качеств овец горьковской породы и повышения общей продуктивности в селекционное исследование было внедрено использование породы гемпшир – одной из ведущих мясных пород мира. Однако при совершенствовании мясных качеств существует риск дальнейшего снижения шерстной продуктивности, что недопустимо для породы мясо-шерстного направления [8]. В связи с этим мониторинг шерстных качеств помесного потомства является актуальной задачей.

Цель исследования – оценка количественных и качественных показателей шерстной продуктивности овец горьковской породы и их помесей с породой гемпшир.

Материалы, методы и объекты исследования. Научно-хозяйственные опыты были проведены на базе ООО «Дружба» Лысковского района Нижегородской области и на кафедре частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных Нижегородского ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева с 2023 по

2025 гг. Отобранные для исследования ярочки были поделены на опытные группы по 15 голов в каждой в зависимости от происхождения: первая – чистопородные горьковской породы и вторая – помесные (горьковская × гемпшир). По принципу сверстников исследуемые группы животных были сформированы из чистопородного молодняка горьковской породы овец, полученной при спаривании с баранами-производителями горьковской породы и баранами-производителями породы гемпшир, завезенными из Великобритании.

Все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Стрижку животных проводили по достижении ими 18-месячного возраста.

Оценку шерстной продуктивности подопытных животных осуществляли в соответствии с методическими положениями ВНИИОК (1991). Настриг невытой шерсти определяли путем индивидуального взвешивания руна с точностью до 0,1 кг. Лабораторную оценку массовой доли чистой шерсти выполняли для каждого пятого животного в группе. Расчет процента выхода чистого волокна (%) и массу мытой шерсти (кг), вычисляли по общепринятым формулам.

Изучение физико-механических и технологических свойств шерсти проводили при бонитировке овец с использованием методических указаний ВНИИОК (1984) и положений ГОСТ 17514-93, ГОСТ 28491-90. Естественную длину волокон замеряли индивидуально с помощью миллиметровой линейки с точностью измерений 0,5 см. Лабораторную оценку истинной длины, тонины и крепости шерсти

выполняли на основе проб, отобранных с боковой области туловища каждого животного (согласно стандартным методикам).

Биометрический анализ полученных экспериментальных данных выполнен по общепринятой методике вариационной статистики (Плохинский Н. А., 1970). Расчеты проводились с использованием программного пакета MS Excel с применением t-критерия Стьюдента для оценки статистической значимости полученных различий.

Результаты исследования. Изделия из овечьей шерсти характеризуются выраженными физиотерапевтическими и гигиеническими свойствами. В частности, предметы из шерстяных волокон обеспечивают эффективную терморегуляцию, поддерживают оптимальный температурный баланс организма, проявляют антимикробную активность и оказывают противовоспалительное действие и обезболивающий эффект [3, 4]. Производство высококачественных текстильных изделий обуславливает жесткие требования шерстяной промышленности к качественным показателям шерсти в связи с использованием полутонкого (кроссбредного) волокна в качестве сырья для выпуска элитных тканей [9]. Величина настрига и физико-механические свойства шерстного покрова овец зависят от влияния комплекса факторов, среди которых ключевое значение принадлежит породе животных [8].

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика хозяйственно-полезных признаков баранов-производителей горьковской породы и породы гемпшир, а также материнского поголовья подопытных ярок.

Таблица 1. Хозяйственно-полезные признаки опытных баранов и овцематок
Table 1. Economically useful signs of experienced sheep and ewes

Группа	n	Показатель							
		живая масса, кг		настриг невытой шерсти, кг		настриг чистой шерсти, кг		длина шерсти, см	
		$X \pm m_x$	Cv	$X \pm m_x$	Cv	$X \pm m_x$	Cv	$X \pm m_x$	Cv
Бараны-производители породы гемпшир	2	99,3±2,2	2,20	5,83±0,15	2,58	3,38±0,09	2,58	9,65±0,13	1,34
Бараны-производители горьковской породы	2	86,2±3,6	4,17	5,68±0,16	2,89	3,27±0,09	2,89	9,00±0,21	2,36
Овцематки горьковской породы	62	58,1±0,6	8,05	3,78±0,15	4,09	2,04±0,08	4,09	8,83±0,32	3,60

Из данных таблицы 1 следует, что бараны-производители породы гемпшир преобладают над сверстниками горьковской породы по среднему настригу невымытой и мытой шерсти на 0,15 кг, или на 2,6% и на 0,11 кг, или на 3,4% соответственно. Живая масса баранов-производителей породы гемпшир по сравнению со сверстниками горьковской породой больше на 13,1 кг, или на 15,2%, а длина шерсти – на 0,65 см, или на 7,2%.

Согласно исследованиям А. А. Капацинской (1954, 1960, 1963), величина настрига невымытой шерсти у овцематок горьковской породы варьируется в пределах 2,7–3,5 кг и может достигать 8,0 кг, при этом выход чистого волокна составляет 55–60%. Руно овец горьковской породы характеризуется однородным строением и относится к полутонкому типу, преимущественно 56-го качества. Длина шерстных волокон находится в диапазоне 8–10 см и характеризуется высокой уравнированностью по всему туловищу в отношении длины и тонины волокна [9]. Наибольшие показатели настрига и длины шерсти завезенных баранов-производителей породы подтверждают их лучшие шерстные особенности, которые могут быть переданы потомству. Таким образом, полученные в исследованиях средние значения показателей подтверждаются исследованиями А. А. Капацинской (1960) и Ю. Н. Губанова (1985) [9].

Известно, что в молодом возрасте закладываются основные характеристики шерстного покрова: тонина, равномерность, длина и плотность, поэтому оценка шерстной продуктивности ярок позволяет объективно судить о качестве руна и своевременно принять решение об их целесообразном использовании в воспроизводстве или выбраковке. Данные о настриге невымытой и мытой шерсти, а также выходе чистой шерсти представлены в таблице 2.

По количественным показателям стрижки (табл. 2) установлено, что помесные яроки превосходят чистопородных сверстниц по величине настрига: невымытой шерсти – на 0,14 кг (4,1%), мытой – на 0,09 кг (4,7%). По проценту выхода чистой шерсти помесные животные имеют преимущество над горьковскими на 2,6 единицы.

Таблица 2. Настриг шерсти ярок исследуемых групп, n=15

Table 2. Shearing of the fur of the testicles of the studied groups, n=15

Показатель		Группа	
		яроки чистопородные	яроки помесные
Настриг невымытой шерсти, кг	$X \pm m_x$	3,40 $\pm$ 0,15	3,54 $\pm$ 0,24
	C_v	14,10	26,27
Настриг мытой шерсти, кг	$X \pm m_x$	1,90 $\pm$ 0,08	1,99 $\pm$ 0,06
	C_v	13,06	10,66
Выход чистой шерсти, %		53,50	56,10

Длина шерсти определяет ее технологические свойства, имеет прямую связь с настригом – при ее увеличении возрастает настриг. С учетом того, что длина шерсти зависит от особенностей породы, полового диморфизма, кормления, физиологического статуса животных и их индивидуальных отличий, а на истинную длину оказывают влияние генетические факторы, авторами были исследованы параметры годичного роста при первой стрижке (табл. 3) [5, 10].

Таблица 3. Естественная и истинная длина шерсти, n=15

Table 3. Natural and true coat length, n=15

Показатель		Группа	
		яроки чистопородные	яроки помесные
Естественная длина шерсти, см	$X \pm m_x$	8,70 $\pm$ 0,18	9,08 $\pm$ 0,12
	C_v	8,16	5,11
Истинная длина шерсти, см	$X \pm m_x$	12,45 $\pm$ 0,17	13,24 $\pm$ 0,10***
	C_v	5,39	2,80

Примечание: *** $P < 0,001$.

Данные таблицы 3 указывают на то, что средняя естественная длина шерсти помесных ярок больше, чем у чистопородных, на 0,38 см, или на 4,4% при достоверной разнице по истинной длине на 0,79 см, или на 6,3%.

Коэффициент уравнированности шерсти истинной длины (2,80%) у помесных ярок

(горьковская порода×гемпшир) указывает на наибольшую равномерность по длине волокна, что отличает их от чистопородных горьковских со значением 5,39%.

Таким образом, наибольшие показатели естественной и истинной длины шерсти у помесных ярок (горьковская×гемпшир) подтверждают данные ученых, занимающихся вопросами совершенствования шерстной продуктивности овец с помощью вводного скрещивания [8, 11, 12].

Тонина (толщина) шерсти определяет физико-механические и технологические свойства сырья (прядильную способность). Ряд ученых и практиков отрасли овцеводства указывают на то, что тонина шерсти и ее равномерность являются генетически обусловленными признаками [11, 13]. Результаты межгруппового сравнения тонины шерсти по качеству представлены в таблице 4.

Таблица 4. Распределение ярок (%) по тонине шерсти при бонитировке в возрасте 18 месяцев, n=15

Table 4. Distribution of yarns (%) by coat tone during bonification at 18 months, n=15

Тонина шерсти в качествах	Группа	
	ярок чистопородные	ярок помесные
50	20,1	13,3
56	73,3	86,7
58	6,6	—

Анализ данных таблицы 4 показал, что ярок обеих опытных групп обладают шерстью 56-го качества (73,3 и 86,7% соответственно), однако преимущество помесных ярок составило 13,4 единицы. Промежуточное положение занимает шерсть 50-го качества (20,1 и 13,3%), и лишь 6,6% приходится на шерсть 58-го качества, но только у чистопородного молодняка.

Таким образом, наибольшая доля шерсти 56-го качества подтверждает соответствие стандарту горьковской породы, а прилитие крови породы овец гемпшир способствует повышению удельного веса ярок с шерстью данного качества в структуре помесного поголовья и некоторому огрублению шерсти.

Показатель тонины шерсти (или средний диаметр) характеризует прядильную способ-

ность – именно шерсть тонкого типа позволяет вырабатывать высокие номера пряжи [13]. Крепость шерстного волокна на разрыв тесно связана с технологическими свойствами, т.е. определяет ее производственное значение. Данные о тонине и крепости ярок в 18-месячном возрасте позволяют охарактеризовать тип шерсти (табл. 5).

Таблица 5. Тонина и крепость шерсти ярок в возрасте 18 месяцев, n=15

Table 5. The tone and strength of the fur of the calves at the age of 18 months, n=15

Показатель		Группа	
		ярок чистопородные	ярок помесные
Тонина, мк	$X \pm m_x$	26,1±0,29	27,5±0,16***
	C_v	3,77	2,24
Крепость, км разрывной длины	$X \pm m_x$	7,90±0,04	8,31±0,22**
	C_v	2,18	5,77

Примечание: **P<0,01; ***P<0,001.

Из табличных данных (табл. 5) следует, что однородная шерсть с почти одинаковыми показателями тонины классифицируется как полутонкая кроссбредная. Различия в значениях тонины заключаются в том, что шерсть горьковских ярок тоньше на 1,4 мк при высокодостоверной разнице (P<0,001).

Наибольшие показатели крепости шерстных волокон установлены у помесных ярок. Разрывная длина их шерсти составила 8,31 км, что на 0,41 км (или 5,2%) превышает данный показатель у чистопородных сверстниц при высокодостоверной разнице (P<0,001). При этом уровень изменчивости признака крепости шерсти в группе помесных животных (5,77%) оказался существенно больше, чем в популяции чистопородных животных (2,18%).

Таким образом, шерсть высокой крепости (8,31 мк) присуща полукровным ярок, что обусловлено породными особенностями горьковской породы и породы гемпшир.

Классификация шерсти на группы по классам позволяет прогнозировать свойства готовой продукции и рассчитывать экономическую эффективность производства товаров из шерсти. В настоящих исследованиях изучаемое шерстное сырье было распределено на 1-й и 2-й классы шерсти кроссбредного типа (табл. 6).

Данные таблицы 6 подтверждают, что преобладающая доля руна шерсти (73,3 и 93,3%) у исследуемых ярок относится к 1-му классу, и лишь 26,7 и 6,7% – ко 2-му классу. При межгрупповом сравнении помесные ярок имеют шерсти 1-го класса больше на 20 единиц, на что, по нашему мнению, оказали влияние бараны-производители породы гемпшир.

Таблица 6. Классность руна подопытных ярок (%),
n=15

Table 6. Rune class of the experimental gimbers (%),
n=15

Класс шерсти кроссбредного типа	Группа	
	ярок чистопородные	ярок помесные
1-й класс	73,3	93,3
2-й класс	26,7	6,7

Выводы. Установлено, что средний настриг невымытой и мытой шерсти у баранов-производителей гемпширской породы составляет 5,83 кг, а выход чистого волокна 3,38 кг, что превосходит аналогичные показатели у сверстников горьковской породы.

Выявлено, что по настригу шерсти помесные ярок преобладают над чистопородными: по невымытой шерсти на 0,14 кг, или на 4,1%, по мытой шерсти – на 0,09 кг, или на 4,7%, а по выходу чистой шерсти преимущество у помесных (на 2,6 единицы).

Установлено, что ярок обеих опытных групп обладают шерстью 56-го качества (73,3 и 86,7% соответственно). Промежуточное положение занимает шерсть 50-го качества (20,1 и 13,3%); шерстью 58-го качества обладает чистопородный молодняк (6,6%).

Определено, что шерсть горьковских ярок тоньше на 1,4 мк при высокодостоверной разнице ($P < 0,001$). Наибольшей крепостью шерсти (8,31 км разрывной длины) обладают помесные ярок. Изменчивость по крепости помесных животных (5,77) преобладает над чистопородными (2,18).

Доказано, что средняя естественная длина шерсти помесных ярок больше, чем у чистопородных, на 0,38 см, или на 4,4% при достоверной разнице по истинной длине на 0,79 см, или на 6,3%. Наибольшая уравнированность по длине волокон присуща помесным ярок (2,80%).

Определено, что шерсть чистопородных и помесных ярок относится к 1-му классу руна кроссбредного типа.

Список литературы

1. Амерханов Х. А. Современные реалии российского овцеводства // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. Москва, 2017. Т. 1. № 10. С. 3–7. EDN: ZQMTRZ
2. Основные свойства шерсти овец зарубежной селекции / Г. В. Завгородняя, И. И. Дмитрик, М. И. Павлова, А. М. Айбазов // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3(14). С. 70–77. DOI: 10.25930/2687-1254/010.3.14.2021. EDN: BIGALU
3. Овцеводство: учебник (под общей редакцией Ю. А. Юлдашбаева) / А. Ч. Гаглоев, Ю. А. Юлдашбаев, Ф. А. Мусаев [и др.]. Москва: ЭйПиСиПублишинг, 2023. 288 с. ISBN 978-5-6049509-2-0
4. Селионова М. И. Из истории российского овцеводства и его научного сопровождения: монография. Москва: ФГБНУ ВНИИОК, 2017. 238 с. ISBN 978-5-906906-05-2. EDN: YYXONJ
5. Басонов О. А., Илиади Ю. Х. Показатели шерстной продуктивности как один из факторов повышения рентабельности овцеводства // Современные проблемы и технологии в животноводстве: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Н. Новгород: Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева, 2024. С. 19–25. EDN: ULGFTI
6. Разведение полутонкорунных мясошерстных овец / С. В. Буйлов, А. И. Ерохин, С. И. Семенов [и др.]. Москва: Колос, 1981. С. 196–212.
7. Басонов О. А., Илиади Ю. Х., Гусева Г. С. Шерстная продуктивность и качественные показатели шерсти овец горьковской породы в генофондном хозяйстве // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. 2023. № 3(39). С. 33–38. EDN: YOECGP
8. Басонов О. А. Повышение шерстной продуктивности путем реципрокного скрещивания овец горьковской и латвийской темноголовой пород / Бюллетень Нижегородской ЦНТИ, 1992. № 566.

9. Капацинская А. А. Овцеводство Горьковской области. Горький, 1960. 175 с.
10. Молчанов А. В., Верхова Д. В. Шерстная продуктивность ярок кавказской породы и помесей северокавказская мясошерстная × кавказская // Овцы, козы, шерстяное дело. 2016. № 4. С. 39–40. EDN: XDNFCN
11. Шерстная продуктивность молодняка разного происхождения / В. В. Абонеев, Н. Г. Чамурлиев, Ю. А. Колосов [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 3(51). С. 230–235. EDN: YQTCVV
12. Белик Н. И. Взаимосвязь между тониной и извитостью шерсти // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 43. С. 139–144. EDN: WYDAEL
13. Белик Н. И. Завгородняя Г. В., Дмитрик И. И. Влияние полового диморфизма на диаметр шерсти овец // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1(15). С. 45–51. DOI: 10.25930/2687-1254/006.1.15.2022. EDN: TNNZBL

References

1. Amerkhanov KhA. Modern realities of Russian sheep breeding. *Sbornik nauchnykh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovtsevodstva i kozovodstva* [Collection of scientific papers of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding]. Moscow, 2017;1(10):3–7. (In Russ.). EDN: ZQMTRZ
2. Zavgorodnyaya GV, Dmitrik II, Pavlova MI, Aybazov AM. Main characteristics of sheep wool of foreign selection. *Agricultural Journal*. 2021;(3):70–77. (In Russ.). DOI: 10.25930/2687-1254/010.3.14.2021. EDN: BIGALU
3. Gagloev ACh, Yuldashbaev YuA, Musaev FA [et al.]. *Ovtsevodstvo: uchebnik* [Sheep breeding: textbook (under the general editorship of Yu.A. Yuldashbaev)]. Moscow: EjPiSiPublishing, 2023. 288 p. ISBN 978-5-6049509-2-0. (In Russ.).
4. Selionova MI. *Iz istorii rossijskogo ovtsevodstva i ego nauchnogo soprovozhdeniya: monografiya* [From the history of Russian sheep breeding and its scientific support: monograph]. Moscow: FGBNU VNIIOK, 2017. 238 p. ISBN 978-5-906906-05-2. (In Russ.). EDN: YYXOHJ
5. Basonov OA, Iliadi YuKh. Wool productivity indicators as one of the factors for increasing the profitability of sheep farming. *Sovremennye problemy i tekhnologii v zhivotnovodstve: materialy Vserossijskoj (natsional'noj) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern problems and technologies in animal husbandry: Proceedings of the All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nizhny Novgorod: Nizhegorodskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet im. L.Ya. Florent'eva, 2024. Pp. 19–25. (In Russ.). EDN: ULGFTI
6. Buylov SV, Erokhin AI, Semenov SI [et al.]. *Razvedenie polutonkorunnykh myasosherstnykh ovets* [Breeding of semi-fine-wool meat-wool sheep]. Moscow: Kolos. 1981. Pp. 196–212. (In Russ.).
7. Basonov OA, Iliadi YuKh, Guseva GS. Wool productivity and quality indicators of wool of Gorky sheep in a gene pool farm. *Vestnik of Nizhny Novgorod state agrotechnological university*. 2023;(3):33–38. (In Russ.). EDN: YOECGP
8. Basonov OA. *Povyshenie sherstnoj produktivnosti putem retsiproknogo skreshchivaniya ovets gor'kovskoj i latvijskoj temnogolovoj porod* [Increasing wool productivity by reciprocal crossing of Gorky and Latvian dark-headed sheep breeds]. *Byulleten' Nizhegorodskoj CNTI*, 1992. No. 566. (In Russ.).
9. Kapatsinskaya AA. *Ovtsevodstvo Gor'kovskoj oblasti* [Sheep breeding in the Gorky region]. Gorky, 1960. 175 p. (In Russ.).
10. Molchanov AV, Verkhova DV. Wool productivity of Caucasian ewes and North Caucasian meat-wool × Caucasian crossbreeds. *Sheep, goats, wool business*. 2016;(4):39–40. (In Russ.). EDN: XDNFCN
11. Aboneev VV, Chamurlijev NG, Kolosov YuA [et al.]. The wool productivity of young sheep of different origin *Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2018;(3):230–235. (In Russ.). EDN: YQTCVV
12. Belik NI. The relationship between wool fineness and crimp. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;(43):139–144. (In Russ.). EDN: WYDAEL
13. Belik NI, Zavgorodnyaya GV, Dmitrik II. The influence of sexual dimorphism on the wool diameter of sheep. *Agricultural journal*. 2022;(1):45–51. (In Russ.). DOI: 10.25930/2687-1254/006.1.15.2022. EDN: TNNZBL

Сведения об авторах

Басонов Андрей Орестович – соискатель кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева»

Илиади Юрий Харлампиевич – соискатель кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева»

Кулаткова Анна Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева», SPIN-код: 8602-6466

Басонов Орест Антипович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, советник при ректорате – руководитель Центра агробиотехнологий, заведующий кафедрой частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева», SPIN-код: 7355-6560

Information about the authors

Andrey O. Basonov – Applicant of the Department of Private Animal Science and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University

Yuri Kh. Iliadi – Applicant of the Department of Private Animal Science and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University

Anna S. Kulatkova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Private Animal Science and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, SPIN-code: 8602-6466

Orest A. Basonov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Advisor to the Rector's Office – Head of the Center for Agrobiotechnology, Head of the Department of Private Animal Science and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, SPIN-code: 7355-6560

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 29.06.2026;
одобрена после рецензирования 17.07.2026;
принята к публикации 24.07.2026.*

*The article was submitted 29.06.2026;
approved after reviewing 17.07.2026;
accepted for publication 24.07.2026.*

Научная статья

УДК 636.32/38.082.262

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-62-68

Возрастная характеристика селекционных признаков стада основных и ремонтных баранов сальской породы

Юрий Анатольевич Колосов^{✉1}, Инна Владимировна Засемчук²,
Василий Васильевич Абонеев³, Наталья Николаевна Колосова⁴

^{1,2,4}Донской государственный аграрный университет, улица Кривошлыкова, 24, поселок Персиановский, Октябрьский район, Ростовская область, Россия, 346493

³Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, улица Первомайская, 4, поселок Знаменский, Краснодар, Россия, 350055

^{✉1}kolosov-dgau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6826-8009>

²inna-zasemhuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2207-9402>

³aboneev49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1946-1822>

⁴nnrlsv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1504-0617>

Аннотация. В статье приведены данные о возрастной характеристике селекционных признаков стада основных и ремонтных баранов сальской породы, выращиваемых в ООО «Белозерное». Исследования последних лет подтверждают тенденцию к уменьшению диаметра шерстинок у овец этой породы. На сегодняшний день доля шерсти с диаметром 23 мкм и менее составляет 38%, а шерсти диаметром от 23 до 25 мкм – около 41%. Важно отметить, что анализ данных за 2026 год показал явное снижение диаметра шерстинок у животных младших возрастов. Так, у двухлетних овец он на 3% меньше, а у годовиков – почти на 5% меньше по сравнению с баранами старше 5 лет. Эта тенденция является крайне обнадеживающей, поскольку именно этот показатель играет ключевую роль в формировании рыночной стоимости шерсти. По результатам лабораторных исследований, проведенных за последний год, было установлено, что у животных возрастной группы 1–2 года отмечается увеличение числа особей с более выраженной мелкой извитостью по всей длине волосяного покрова (штапеля). Все возрастные группы баранов превосходят требования стандарта элитных животных, однако степень этого превосходства неравномерна и имеет четко выраженный пик в возрасте 3 лет. Так, превосходство трехлеток составило 13,5 кг, а двухлеток – около 4 кг. Превосходство четырехлетних баранов сократилось и составило 10 кг, а животные 5 лет и старше превосходили годовиков в среднем на 3,5 кг. Среди взрослых баранов встречаются рекордсмены, способные дать 7–8 кг мытой шерсти. В среднем показатели по всем возрастным группам по настригу составляют примерно 5,8–6,1 кг мытой шерсти.

Ключевые слова: сальская порода, настриг шерсти, живая масса, длина штапеля, извитость, диаметр шерстинок, селекционные признаки

Для цитирования: Колосов Ю. А., Засемчук И. В., Абонеев В. В., Колосова Н. Н. Возрастная характеристика селекционных признаков стада основных и ремонтных баранов сальской породы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 62–68. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-62-68

Original article

Age characteristics of the main selection traits of the herd of main and replacement rams of the Salsk breed

Yuri A. Kolosov^{✉1}, Inna V. Zasemchuk², Vasily V. Aboneev³, Natalia N. Kolosova⁴

^{1,2,4}Don State Agrarian University, 24 Krivoshlykov Street, Persianovsky Village, Rostov region, Russia, 346493

³Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, 4 Pervomayskaya Street, Znamensky Village, Krasnodar, Russia, 350055

^{✉1}kolosov-dgau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6826-8009>

²inna-zasemchuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2207-9402>

³aboneev49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1946-1822>

⁴nnrlsv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1504-0617>

Abstract. This article presents data on the age characteristics of the main selection traits of a flock of Salsk breed rams and replacements raised at Belozerno LLC. Recent studies confirm a positive trend toward decreasing wool diameter in our sheep. Currently, the share of wool with a diameter of 23 μm or less is 38%, while wool with a diameter of 23 to 25 μm accounts for approximately 41%. Importantly, an analysis of 2026 data revealed a clear decrease in wool diameter in younger animals. For example, in two-year-old ewes, it is 3% smaller, and in yearlings, it is almost 5% smaller compared to rams over 5 years old. This trend toward decreasing wool diameter in young animals is extremely encouraging, as this indicator plays a key role in determining the market value of wool. Laboratory studies conducted over the past year have shown that animals aged 1–2 years exhibit an increased proportion of individuals with more pronounced fine crimping along the entire length of their hair (staple). All age groups of rams exceed the elite animal standard, but the degree of this superiority is uneven and has a distinct peak at age 3, with three-year-olds exceeding the standard by 13.5 kg, and two-year-olds by approximately 4 kg. The superiority of four-year-old rams decreased to 10 kg, while animals aged 5 years and older exceeded yearlings by an average of 3.5 kg. Among adult rams, there are record-breakers capable of yielding 7–8 kg of washed wool. Overall, when averaging across all age groups, the average yield is approximately 5.8–6.1 kg of washed wool.

Keywords: Salsk breed, wool yield, live weight, staple length, crimp, wool diameter, selection traits

For citation: Kolosov YuA, Zasemchuk IV, Aboneev VV, Kolosova NN. Age characteristics of the main selection traits of a herd of main and replacement rams of the Salsk breed. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):62–68. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-62-68

Введение. Роль половозрастной группы баранов-производителей в совершенствовании продуктивных качеств стада овец трудно переоценить [1–4]. Это значение особо возрастает при организации искусственного осеменения, когда количество потомства от выдающихся производителей многократно возрастает [5, 6]. Однако процесс искусственного осеменения в небольшой популяции особей чреват снижением изменчивости признака в том случае, когда селекционер располагает ограниченной численностью аутбредных животных. Поэтому план подбора особей для осеменения должен предусматривать воз-

можность ротации аутбредных производителей [7–9]. В практической селекционной работе добиться вариативности наследственных качеств можно использовать для осеменения производителей разных возрастов. На основании этого запроса практиков авторами была проведена оценка баранов сальской породы разного возраста в рамках ООО «Белозёрное» [10, 11]. Данный эксперимент позволил расширить теоретическую базу организации селекционной работы в пределах небольшой популяции. Этим определяется актуальность наших исследований [12, 13].

Цель исследования состояла в оценке продуктивных качеств баранов разного возраста в пределах одного стада. Для достижения цели решались следующие задачи: оценка основных технологических качеств шерсти, определение настрига шерсти в физической массе у особей разного возраста, установление средней живой массы и её изменчивости в пределах возрастных групп.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования были проведены в 2025–2026 годах в ООО ПЗ «Белозёрное» Сальского района Ростовской области. Для достижения намеченной цели были использованы результаты оценки генеральной совокупности группы основных и ремонтных баранов стада племенного завода с учетом их возраста.

Длина шерсти оценивалась на боку путем измерения с помощью металлической линейки штапеля от кожи и до вершины. Погрешность измерения составляла 0,5 см. Тонину и извитость шерсти определяли в условиях лаборатории шерсти ГНУ ВНИИПлем на аппарате OFDA-2215 (оптический анализатор диаметра шерсти) [3, 4, 7–9]. Они представляют собой створчатые решетчатые слайды размером 205x115 мм. Метод позволяет измерять диаметр шерстных волокон по всей длине штапеля с параллельной математической интерпретацией и построением графических диаграмм распределения волокон по тонине и извитости. Математические расчеты проводились в пределах генеральной совокупности оцениваемых особей.

Результаты исследования. Группа баранчиков в возрасте одного года, т. н. ремонтные

бараны, оценивались во время проведения общей бонитировки всей половозрастной группы на период проведения исследования. С учетом данного факта длина штапеля как структурного элемента руна на боку была приведена к показателю годового роста шерсти в длину (табл. 1). И если на момент бонитировки фактическая длина штапеля у годовиков варьировалась от 13,5 до 16 см, то в результате пересчета на длину 12-месячного роста искомый показатель составил 11,3 см, что на 3,5 % больше, чем средний показатель по стаду. На основании этого можно сделать вывод о позитивной тенденции в селекционной программе совершенствования данного признака.

Средний диаметр поперечного сечения шерстинок на международном рынке шерсти играет решающую роль при определении цены партии подготовленной шерсти. Исследования последних лет позволили зафиксировать, что доля шерсти диаметром шерстинок 23 мкм и менее находится в стаде баранов на уровне 38%, от 23 до 25 мкм – около 41%, а у остальных (21%) животных шерсть состоит из более грубых сортиментов волокон. Анализ 2026 года в разрезе особей разного возраста зафиксировал общую тенденцию к уменьшению диаметра шерстинок у овец младших возрастов (табл. 1). Если за 100% принять диаметр шерстинок у баранов 5 лет и старше, то у двухлеток он на 3% меньше, а у годовиков – почти на 5%. Это указывает на то, что средний диаметр шерстинок имеет выраженную тенденцию уменьшаться у более молодых особей. Данный факт отмечается также как позитивный.

Таблица 1. Средние значения селекционных признаков технологических качеств шерсти баранов-производителей сальской породы разного возраста

Table 1. Average values of selection traits of technological qualities of wool of Salsk breed rams of different ages

Возраст, лет	n	Длина штапеля, см		Диаметр шерстинок, мкм		Извитость шерсти, град/мм	
		средн.	lim	средн.	lim	средн.	lim
1	6	11,3	9,8–12,4	22,5	21,0–24,9	89,0	
2	14	11,5	9–12,5	22,9	18,8–26,6	88,58	75,3–102,1
3	10	10,5	9,5–13	24,3	23,1–26,8	81,58	75,0–118,1
4	7	10,8	9–12,5	23,0	23,4–24,2	81,48	66,9–92,4
5 и более	5	10,9	10–12	23,6	23,5–24,7	81,71	72,9–90,4

Ещё одним важным технологическим качеством мериносовой шерсти является её извитость. Даже сам факт наличия выраженной извитости по всей длине штапеля позволяет разделять шерсть на просто тонкую и на тонкую мериносовую, что имеет большое значение для селекционеров. Сальская порода овец классифицируется как порода овец шерстного направления продуктивности, поэтому к извитости предъявляются особые требования. Лабораторные исследования зафиксировали в последний год появление среди животных 1–2 лет особей с более выраженной мелкой извитостью по всей длине штапеля. На это указывает угол извитости, превышающий 100 град/мм, возрастание минимальных показателей извитости в возрастных категориях по отношению к животным старших возрастов и среднего значения признака у годовиков по отношению к взрослым животным – если у взрослых баранов этот показатель в среднем составляет 81 град/мм, то у годовиков он на более чем на 9% выше.

Для сальской породы овец главные селекционные признаки – живая масса и настриг шерсти (табл. 2).

Взвешивание баранов проводили в июне, и на момент взвешивания бараны-годовики имели более чем годовой период роста. Однако авторы не стали корректировать этот показатель для сравнения с требованиями для элитных животных, т. к. условия кормления и содержания были несколько улучшенными по сравнению с группой взрослых баранов. В результате превосходство двухлеток составило около 4 кг, а трехлеток 13,5 кг. Превосходство четырехлетних баранов сократилось и составило 10 кг, а животные 5 лет и старше превосходили годовиков в среднем на 3,5 кг. Обращает на себя внимание тот факт, что бараны в возрасте 4-х лет и старше начали снижать живую массу гораздо более быстрыми

темпами, что определяется их биологическими возможностями. Авторы связывают данное явление с корректировками в программе селекции, когда наблюдается перестройка стада с акцентом на мясную продуктивность, и предпочтение отдаётся более скороспелым животным. В результате повышения скороспелости в среднем уменьшается период эксплуатации животных, а биологические процессы приобретают ускоренный характер.

Таблица 2. Основные показатели мясной и шерстной продуктивности баранов-производителей сальской породы разного возраста

Table 2. Main indicators of meat and wool productivity of Salsk breed rams of different ages

Возраст, лет	n	Живая масса, кг		Настриг шерсти, кг	
		X _{ср}	lim	X _{ср}	lim
1	6	91,7	85–95	9,4	6,1–13,2
2	14	95,3	85–108	9,6	7,9–12,0
3	10	105,2	97–115	9,7	8,3–12,0
4	7	101,7	89–108	9,9	9,6–12,0
5 и более	5	95,2	85–107	9,8	8,3–11,3

Перестройка селекционной работы повлияла и на динамику шерстной продуктивности. Среди взрослых баранов ещё имеются особи с настригом 7–8 кг в мытом волокне, однако средние значения во всех возрастных группах составляют 5,8–6,1 кг мытой шерсти.

Выводы. Анализ технологических качеств шерсти и основных параметров продуктивности баранов-производителей сальской породы выявил существенные изменения, происходящие в стаде, в связи с корректировкой программы селекции с акцентом на мясную продуктивность.

Список литературы

1. Трухачев В. И., Мороз В. А. Шерстование: учебное пособие. Ставрополь: АГРУС, 2019. 496 с. ISBN: 978-5-9596-1518-5. EDN: VOGQGY
2. Qi K., Lupton C. J., Pfeiffer F.A., Minikhiem D.L. Evaluation of the optical fibre diameter analyser (OFDA) for measuring fiber diameter parameters of sheep and goats // *Journal of Animal Science*. 1994. Vol. 72, iss. 7. P 1675–1679. DOI: 10.2527/1994.7271675x

3. Identifying significant snps of the total number of piglets born and their relationship with leg bumps in pigs / S. Bakoev, L. Getmantseva, M. Kolosova [et al.] // *Biology*. 2024. Vol. 13, no. 12. P. 1034. DOI:10.3390/biology13121034.
4. Колосов Ю. А., Абонеев В. В., Немашкалов Г. П. Генетическая структура стада овец сальской породы, характеристика линий и возможности их использования для совершенствования мериносового овцеводства Ростовской области / Научно-практические рекомендации. Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2023. 15 с. EDN: NETHJG
5. Использование потенциала интенсивных пород овец для увеличения производства продукции овцеводства / Ю. А. Колосов, А. С. Дегтярь, В. В. Абонеев [и др.]. Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2020. 234 с. ISBN: 978-5-98252-371-6. EDN: YHEMQB
6. Бараников А. И., Колосов Ю. А., Широкова Н. В. Создание новых мясных продуктов с использованием баранины // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 89. С. 933–943. EDN: TJAPWJ
7. Колосов Ю. А., Абонеев В. В. Трансформация научных концепций профессора Н. В. Михайлова для оценки племенной ценности овец мериносовых пород // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2024. № 3 (53). С. 42–46. EDN: HAAPNV
8. Федоров В. Х., Колосов Ю. А. Научная школа профессора Н. В. Михайлова и ее новые достижения // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2024. № 3(53). С. 61–64. EDN: BWLDIQ
9. Абонеев В. В., Колосов Ю. А. О проблемах сохранения племенных ресурсов овцеводства России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 43–45. EDN: CEHMEY
10. Белик Н. И. Использование метода OFDA в измерении тонины шерсти // Овцы, козы, шерстяное дело. 2010. № 3. С. 39–41. EDN: PXYUCF.
11. Информационное сопровождение селекционного процесса в овцеводстве: учебное пособие / Ю. А. Колосов, А. И. Бараников, В. Н. Василенко, Н. В. Михайлов Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2012. 55 с. EDN: RYSWXZ
12. Notter D., Kuehn L., Kott R. Genetic analysis of fibre characteristics in adult Targhee ewes and their relationship to breeding value estimates derived from yearling fleeces // *Small Ruminant Research*. 2007. Vol. 67, iss. 2. Pp. 164–172. DOI:10.1016/j.smallrumres.2005.09.015
13. Колосов Ю. А., Белов Д. Е. Какие же люди «съели овец»? // Овцы, козы, шерстяное дело. 2013. № 2. С. 57–60. EDN: PZGKLH

References

1. Truhachev VI, Moroz VA. *Sherstovedenie: uchebnoe posobie* [Wool Science: A Textbook]. Stavropol': AGRUS, 2019. 496 s. (In Russ.). ISBN: 978-5-9596-1518-5. EDN: VOGQGY
2. Qi K, Lupton CJ, Pfeiffer FA, Minikhiem DL. Evaluation of the optical fibre diameter analyser (OFDA) for measuring fiber diameter parameters of sheep and goats. *Journal of Animal Science*. 1994;72(7):1675–1679. DOI:10.2527/1994.7271675x.
3. Bakoev S, Getmantseva L, Kolosova M [et al.]. Identifying Significant SNPs of the Total Number of Piglets Born and Their Relationship with Leg Bumps in Pigs. *Biology*. 2024;13(12):1034. DOI: 10.3390/biology13121034
4. Kolosov YuA, Aboneev VV, Nemashkalov GP. *Geneticheskaya struktura stada ovets sal'skoj porody, kharakteristika linij i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya dlya sovershenstvovaniya merinosovogo ovtsevodstva Rostovskoj oblasti. Nauchno-prakticheskie rekomendatsii* [Genetic structure of the Salsk sheep flock, characteristics of lines and possibilities of their use for improving merino sheep breeding in the Rostov region. Scientific and practical recommendations]. Persianovskij: Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2023. 15 p. (In Russ.). EDN: NETHJG
5. Kolosov YuA, Degtyar AS, Aboneev VV [et al.]. *Ispol'zovanie potentsiala intensivnykh porod ovets dlya uvelicheniya proizvodstva produktsii ovtsevodstva* [Using the potential of intensive sheep breeds to increase sheep production]. Persianovskij: Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020. 234 p. ISBN: 978-5-98252-371-6. (In Russ.). EDN: YHEMQB
6. Baranikov AI, Kolosov YuA, Shirokova NV. Creating new lamb meat products. *Scientific Journal of KubSAU*. 2013;(89):933–943. (In Russ.). EDN: TJAPWJ
7. Kolosov YuA, Aboneev VV. Transformation of scientific concepts of professor NV Mikhailov to assess the breeding value of merino sheep. *Bulletin of Don State Agrarian University*. 2024;(3):42–46. (In Russ.). EDN: HAAPNV
8. Fedorov VKh, Kolosov YuA. The scientific school of professor N.V. Mikhailov and its new achievements. *Bulletin of Don State Agrarian University*. 2024;(3):61–64. (In Russ.). EDN: BWLDIQ

9. Aboneev VV, Kolosov YuA. *O problemakh sokhraneniya plemennykh resursov ovtsevodstva Rossii* [On the problems of preserving breeding resources of sheep breeding in Russia]. *Sheep, goats, wool business*. 2020;(1):43–45. (In Russ.). EDN: CEHMEY
10. Belik NI. *Ispol'zovanie metoda OFDA v izmerenii toniny shersti* [Using the OFDA method in measuring wool fineness]. *Sheep, goats, wool business*. 2010;(3):39–41. (In Russ.). EDN: PXYUCF.
11. Kolosov YuA, Baranikov AI, Vasilenko VN, Mikhailov NV. *Informatsionnoe soprovozhdenie selektsionnogo protsessa v ovtsevodstve: uchebnoe posobie* [Information support for the selection process in sheep breeding: a tutorial]. Persianovskij: Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2012. 55 p. (In Russ.). EDN: RYSWXZ
12. Notter D, Kuehn L, Kott R. Genetic analysis of fibre characteristics in adult Targhee ewes and their relationship to breeding value estimates derived from yearling fleeces. *Small Ruminant Research* 2007;67(2):164–172. DOI:10.1016/j.smallrumres.2005.09.015.
13. Kolosov YuA, Belov DE. *Kakie zhe lyudi «s"eli ovets»?* [What kind of people "ate the sheep"?]. *Sheep, goats, wool business*. 2013;(2):57–60. (In Russ.). EDN: PZGKLH

Сведения об авторах

Колосов Юрий Анатольевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зоогигиены имени П. Е. Ладана, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», SPIN-код: 3898-8474, Scopus ID: 57190302148, Researcher ID: A-9610-2019

Засемчук Инна Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных, частной зоотехнии и зоогигиены имени П. Е. Ладана, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», SPIN-код: 6725-9879, Scopus ID: 57222575273, Researcher ID: ABF-8975-2021

Абонеев Василий Васильевич – член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела разведения и генетики сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», SPIN-код: 8768-9490

Колосова Наталья Николаевна – кандидат философских наук, доцент иностранных языков и социально-гуманитарных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», SPIN-код: 9927-8101

Information about the authors

Yuri A. Kolosov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Farm Animal Breeding, Private Animal Science and Zoohygiene named after P.E. Ladan, Don State Agrarian University, SPIN: 3898-8474, Scopus ID: 57190302148, Researcher ID: A-9610-2019

Inna V. Zasemchuk – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Farm Animal Breeding, Private Animal Science and Zoohygiene named after P.E. Ladan, Don State Agrarian University, SPIN: 6725-9879, Scopus ID: 57222575273, Researcher ID: ABF-8975-2021

Vasily V. Aboneev – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Department of Farm Animal Breeding and Genetics, Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, SPIN-code: 8768-9490

Natalya N. Kolosova – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Foreign Languages and Socio-Humanitarian Disciplines, Don State Agrarian University, SPIN code: 9927-8101

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 03.08.2026;
одобрена после рецензирования 21.08.2026;
принята к публикации 28.08.2026.*

*The article was submitted 03.08.2026;
approved after reviewing 21.08.2026;
accepted for publication 28.08.2026.*

Обзорная статья

УДК 636.32/.38.082.2

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-69-80

Оценка эффективности разведения овец волгоградской породы в различных природно-климатических зонах и системах ведения хозяйства

Виктор Владимирович Пономарев^{✉1}, Мария Александровна Квашнина²,
Анастасия Витальевна Мерзлякова³

¹Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела, улица Ленина, 13, поселок Лесные Поляны, Пушкинский район, Московская область, Россия, 141212

²Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, улица Рокоссовского, 6, Волгоград, Россия, 400131

³Волгоградский государственный аграрный университет, проспект Университетский, 26, Волгоград, Россия, 400002

^{✉1}import@vniiplem.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8980-2429>

²ma.kvashnina@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5465-6906>

³zootexniki@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7256-9460>

*Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России
(тема № 125020701763-0).*

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты анализа влияния природно-климатических факторов на продуктивность овец волгоградской породы в зависимости от природно-климатических зон их разведения. В условиях современного рынка, характеризующегося высокой востребованностью баранины и снижением рентабельности шерсти, актуальность приобретает анализ адаптационного потенциала и продуктивных качеств породы. В работе представлены результаты сравнительного анализа хозяйственно-полезных признаков (живая масса, настриг шерсти, плодовитость) поголовья, разводимого в Волгоградской, Ростовской областях и Республике Башкортостан. На основе данных ежегодника по племенной работе в овцеводстве и козоводстве в хозяйствах Российской Федерации за 2025 год установлено, что овцы волгоградской породы соответствуют стандарту и демонстрируют высокую адаптивность, при этом в структуре тонкорунных пород они занимают третье место. Выявлена дифференциация продуктивных показателей в зависимости от конституционно-продуктивного типа животных: мясо-шерстный тип характеризуется более высокой молочностью и живой массой по сравнению с шерстно-мясным. Исследование подтверждает перспективность дальнейшего совершенствования селекционной работы с породой с учетом региональных особенностей и современных требований рынка. Проведенный анализ данных позволил установить, что продуктивность овец существенно различается в зависимости от зоны их содержания. В частности, Заволжье отличилось наивысшими показателями живой массы, качества шерсти и плодовитости поголовья.

Ключевые слова: волгоградская порода, породные линии, природно-климатические зоны, продуктивность

Для цитирования: Пономарев В. В., Квашнина М. А., Мерзлякова А. В. Оценка эффективности разведения овец волгоградской породы в различных природно-климатических зонах и системах ведения хозяйства // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 69–80. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-69-80

Review article

Assessment of the effectiveness of development Volgograd breed sheep in different natural-climatic zones and management systems

Viktor V. Ponomarev^{✉1}, Maria A. Kvashnina², Anastasia V. Merzlyakova³

¹All-Russian Scientific Research Institute of Animal Breeding, 13 Lenin Street, Lesnye Polyany village, Pushkin district, Moscow region, Russia, 141212

²Volga Region Scientific Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 Rokossovsky Street, Volgograd, Russia, 400131

³Volgograd State Agrarian University, 26 Universitetsky Avenue, Volgograd, Russia, 400002

^{✉1}import@vniiplem.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8980-2429>

²ma.kvashnina@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5465-6906>

³zootexniki@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7256-9460>

This work was performed as part of a state task of the Ministry of Education and Science of Russia (topic No. 125020701763-0).

Abstract. This article presents the results of an analysis regarding the impact of natural and climatic factors on the productivity of the Volgograd breed sheep, depending on the agro-climatic zones of their breeding. In the context of the modern market, characterized by high demand for lamb and declining profitability of wool production, analyzing the adaptive potential and productive qualities of the breed has become increasingly relevant. The study provides a comparative analysis of economically useful traits (live weight, wool clip, and fertility) of livestock bred in the Volgograd and Rostov regions, as well as the Republic of Bashkortostan. Based on data from the 2025 Yearbook of Breeding Work in Sheep and Goat Farming in the Russian Federation, it was established that the Volgograd breed sheep meets breed standards and demonstrates high adaptability, currently ranking third among fine-wooled breeds. A differentiation in productive indicators was identified based on the constitutional-productive type of the animals: the meat-wool type is characterized by higher milk yield and live weight compared to the wool-meat type. The study confirms the potential for further improvement of breeding work with the breed, taking into account regional characteristics and modern market requirements. The analysis revealed that sheep productivity varies significantly depending on the zone of maintenance. In particular, the Trans-Volga region (Zavolzhye) showed the highest indicators for live weight, wool quality, and fertility.

Keywords: Volgograd breed, breeding lines, natural and climatic zones, productivity

For citation: Ponomarev VV, Kvashnina MA, Merzlyakova AV. Assessment of the effectiveness of development Volgograd breed sheep in different natural-climatic zones and management systems. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):69–80. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-69-80

Введение. Продуктивность сельскохозяйственных животных определяется взаимодействием двух основных факторов – генотипа и среды. Даже самый высокий генетический потенциал не может быть реализован, если условия кормления, содержания и климатические факторы не соответствуют потребностям организма [1, 2].

Поскольку волгоградская порода овец создавалась в уникальных природно-климатических условиях Нижнего Поволжья, вопрос о

зависимости её продуктивности от изменения агроэкологических факторов остаётся ключевым. В современных условиях порода вышла за рамки первоначального ареала: её разводят не только в разных агрозонах Волгоградской области, но и в Ростовской области, а также в Республике Башкортостан, что делает исследование особенно востребованным [3].

Изучение влияния различных факторов среды на продуктивность овец позволяет прогнозировать продуктивность при перемеще-

нии животных, корректировать селекционные программы с учетом зональных особенностей [4, 5].

Волгоградская область, где сосредоточена основная часть поголовья, характеризуется

значительным разнообразием природно-климатических условий. В таблице 1 представлены агроэкологические зоны Волгоградской области.

Таблица 1. Агроэкологические зоны Волгоградской области
Table 1. Agro-ecological zones of the Volgograd region

Наименование зоны	Характеристика зоны	Осадки, мм/год	Тип почв	Растительность
Северо-западная	Лесостепные и степные районы, более мягкий климат	400–450	Черноземы, темно-каштановые	Разнотравно-злаковые степи
Центральная	Сухие степи, умеренно-континентальный климат	350–400	Каштановые	Типчаково-ковыльные степи
Южная	Засушливые степи, близость к Каспию	300–350	Светло-каштановые	Злаково-полынные степи
Заволжье (восточная)	Резко-континентальный климат, полупустыня	250–300	Светло-каштановые, солонцы	Полынно-типчаковые сообщества

Основные хозяйства, занимающиеся разведением племенных овец волгоградской породы, расположены в Заволжской зоне, характеризующейся наиболее суровыми условиями. Племенные репродукторы в других регионах находятся в иных агроэкологических условиях [6, 7].

Цель исследования – оценка влияния агроэкологических факторов на реализацию генетического потенциала продуктивности овец волгоградской породы.

Материалы и методы исследования. Исследование основано на анализе данных, взятых из плана селекционно-племенной работы по разведению волгоградской породы овец по племенным хозяйствам, и отраслевых материалов (зоотехнические отчеты о результатах бонитировки за 2020–2025 гг. и карточки племенных хозяйств (количественные и качественные показатели продуктивности и селекционно-племенной работы на племенных заводах, в племенных репродукторах и генофондных хозяйствах по разведению овец и коз)) [8, 9].

Задачи исследования: сравнить показатели живой массы овец в разных зонах разведения; проанализировать шерстную продуктивность в зависимости от агроэкологических условий; оценить воспроизводительные качества маток в разных зонах; выявить

факторы, лимитирующие продуктивность в каждой зоне; разработать рекомендации по оптимизации размещения племенных хозяйств.

Результаты исследования. В ходе исследования установлено, что овцы волгоградской породы сохраняют высокую адаптационную способность к различным условиям. Анализ племенных качеств в трех регионах (Волгоградской, Ростовской области и Республике Башкортостан) показал, что животные соответствуют требованиям стандарта породы. Ниже представлена таблица 2, в которой приведены племенные хозяйства, отобранные для сравнительного анализа и расположенные в разных агроэкологических зонах [10, 11].

В каждом хозяйстве анализировались данные бонитировки за 3–5 лет по следующим показателям: живая масса в разные возрастные периоды, настриг шерсти (немытой и мытой), выход чистой шерсти, плодовитость маток, сохранность молодняка [12, 13].

Анализ живой массы овец в разных агроэкологических зонах (табл. 3) выявил существенные различия.

Наибольшие значения были отмечены в Заволжье. Этот регион, известный своими суровыми природно-климатическими условиями и менее богатой растительностью па-

стбищ, тем не менее показал наилучшие результаты. Промежуточные значения по данным показателям были в степной зоне Ростовской области. Наименьшая живая масса –

в лесостепной зоне Башкортостана, где более благоприятные кормовые условия и мягкий климат.

Таблица 2. Хозяйства, участвовавшие в сравнительном анализе
Table 2. Farms that participated in the comparative analysis

Наименование хозяйства	Наименование региона	Агроэкологическая зона	Статус хозяйства
СПК племзавод «Ромашковский»	Волгоградская область, Палласовский район	Заволжье (полупустыня)	Племенной завод
СПК племзавод «Палласовский»	Волгоградская область, Палласовский район	Заволжье (полупустыня)	Племенной завод
ООО «Маяк»	Республика Башкортостан, Зианчуринский район	Лесостепная зона	Племенной репродуктор
ООО «РЗК «Ресурс» филиал «Милютинский»	Ростовская область, Милютинский район	Степная зона	Племенной репродуктор

Таблица 3. Живая масса овец разных половозрастных групп, расположенных в разных агроэкологических зонах, кг

Table 3. Live weight of sheep by age and gender groups, across different agro-ecological zones, kg

Половозрастная группа	Заволжье (полупустыня) (Волгоградская область)	Степная зона (Ростовская область)	Лесостепная зона (Республика Башкортостан)
Бараны-производители	108–115	105–110	100–103
Матки взрослые	60–65	58–62	55–59
Баранчики в 12 мес.	55–60	53–58	50–55
Ярки в 12 мес.	44–48	42–45	40–42
Баранчики в 4 мес.	28–30	27–29	26–28
Ярки в 4 мес.	26–28	25–27	24–25

Разница по живой массе между Заволжьем и лесостепной зоной составляет 5–6 кг (9–10%) для взрослых маток и 5–8 кг (10–15%) для молодняка в возрасте 12 месяцев.

Основным фактором, определяющим различия в живой массе, являются условия кормления, которые, в свою очередь, зависят от агроэкологических условий [14, 15].

Данные кормовой базы в разных зонах разведения овец, представленные в таблице 4, показывают, что в Заволжье низкая продуктивность пастбищ и их низкое качество являются главным лимитирующим фактором. Животные вынуждены компенсировать недостаток кормов за счет более интенсивного использования пастбищ и больших затрат

энергии на передвижение. Однако несмотря на неблагоприятные природно-климатические условия и ограниченные пастбищные ресурсы животные продемонстрировали хорошие результаты.

Анализ шерстной продуктивности также выявил существенные различия между зонами.

Данные таблицы 5 показывают, что шерстная продуктивность в Заволжье демонстрирует хорошие результаты. Также настриг выше, и тонина шерсти более высокая (часто 64–70 качества) как защитная реакция на суровые условия. Несмотря на условия лесостепной зоны, где преобладает более мягкий климат, шерстная продуктивность ниже.

Таблица 4. Характеристика кормовой базы в разных зонах разведения овец волгоградской породы
Table 4. Characteristics of the fodder base in different breeding zones of the Volgograd sheep breed

Показатель	Заволжье	Степная зона	Лесостепная зона
Продуктивность пастбищ, ц/га сухой массы	2–4	6–10	15–20
Продолжительность пастбищного периода, дней	200–220	220–240	180–200
Необходимость зимней подкормки	Высокая	Средняя	Низкая
Качество кормов	Низкое	Среднее	Высокое

Таблица 5. Шерстная продуктивность овец волгоградской породы в разных агроэкологических зонах разведения
Table 5. Wool productivity of the Volgograd sheep breed in different agro-ecological breeding zones

Показатель	Заволжье	Степная зона	Лесостепная зона
Настриг невыттой шерсти (матки), кг	5,0–5,5	4,5–5,0	4,0–4,5
Настриг мытой шерсти (матки), кг	2,6–3,0	2,3–2,6	2,0–2,3
Выход чистой шерсти, %	52–55	50–53	48–52
Длина шерсти, см	8,5–9,0	8,5–9,0	8,0–8,5
Тонина шерсти (качество)	64–70	64	60–64

Разница по настригу мытой шерсти между Заволжьем и лесостепной зоной составляет для маток 0,6–0,7 кг (25–30%).

Климатические факторы оказывают существенное влияние на качество шерсти.

Из представленных в таблице 6 показателей можно сделать вывод, что в Заволжье под влиянием высокой температуры, низкой влажности и сильных ветров шерсть может становиться более сухой (недостаточная жироплотность), что снижает выход чистой шерсти. В то же время сухой климат способствует меньшему загрязнению руна.

В лесостепной зоне более благоприятные условия для формирования качественного руна с хорошим жиропотом, но выше риск загрязнения шерсти в периоды дождей.

Воспроизводительные качества также различаются в зависимости от агроэкологических условий.

Таблица 6. Влияние климата на качество шерсти овец
Table 6. The impact of climate on sheep wool quality

Фактор	Показатели в Заволжье	Показатели в лесостепной зоне
Температура летом	Высокая (+25...+45°C)	Умеренная (+20...+30°C)
Влажность воздуха	Низкая	Умеренная
Ветровая нагрузка	Высокая	Умеренная
Запыленность	Высокая	Низкая

Таблица 7. Воспроизводительные качества в разных зонах разведения волгоградской породы овец
Table 7. Reproductive performance of the Volgograd sheep breed in different breeding zones

Показатель	Заволжье	Степная зона	Лесостепная зона
Плодовитость (на 100 маток), голов	135–140	130–135	125–130
Сохранность молодняка до отбивки, %	96–98	93–95	90–92
Оплодотворяемость от 1-го осеменения, %	80–85	78–82	75–80

Анализируя данные таблицы 7, можно сделать вывод, что наиболее высокая плодовитость отмечена в Заволжье. Несмотря на более суровые условия, сохранность может быть достаточно высокой благодаря жесткой селекции на выживаемость. Сохранность молодняка также выше в более благоприятных зонах [16].

Разница по плодовитости между Заволжьем и лесостепной зоной составляет 10–15 ягнят на 100 маток (8–12%).

Основные факторы, определяющие различия в воспроизводительных качествах в Заволжье – жесткий естественный отбор, способствующий закреплению высокой жизнеспособности; адаптация к местным условиям на протяжении многих поколений, но при этом возможны потери в неблагоприятные годы (засухи, суровые зимы) [17, 18].

В лесостепной зоне более стабильная кормовая база, мягкие климатические условия, вызывающие меньший стресс для животных и способствующие более полной реализации генетического потенциала плодовитости.

Исследования показали, что овцы волгоградской породы демонстрируют высокую адаптационную пластичность. Их способность сохранять высокую жизнеспособность даже в экстремальных условиях обусловлена генетически закрепленными механизмами адаптации.

При создании оптимальных условий окружающей среды наблюдается также повышение производительности, обусловленное полной реализацией их генетически заложенных возможностей [19].

Это подтверждается данными по продуктивности животных, завезенных из Заволжья в другие регионы.

Данные таблицы 8 демонстрируют, что перемещение овец волгоградской породы в более благоприятную зону разведения не только не снизил, но и позволил сохранить продуктивность животных на уровне, превышающем минимальные породные показатели [20, 21].

Помимо природно-климатических условий, на продуктивность влияют антропогенные факторы – уровень кормления, технология содержания, ветеринарное обслуживание.

Анализ технологических факторов, представленных в таблице 9, показывает, что в обеих зонах, где разводят волгоградскую по-

роду овец, производство интенсивно развивается. Этот процесс является важным фактором, способствующим увеличению продуктивности [22, 23].

Таблица 8. Показатели продуктивности животных при их акклиматизации в новых условиях
Table 8. Animal productivity indicators during their acclimatization to new conditions

Показатель	В Заволжье (исходные)	В лесостепной зоне (через 2 года)	Изменение, %
Живая масса маток, кг	62	57	+8,8
Настриг шерсти, кг	5,0	4,2	+19,0
Плодовитость, %	135	125	+8,0

Таблица 9. Технологические факторы в хозяйствах, находящихся в разных климатических зонах
Table 9. Technological factors in farms located in different climatic zones

Наименование фактора	СПК ПЗ «Ромашковский», Волгоградская область	ООО «Маяк», Республика Башкортостан
Тип содержания	Пастбищно-стойловый	Стойлово-пастбищный
Уровень концентратов в рационе	Низкий	Средний
Наличие зимних помещений	Есть (кошары)	Есть (овчарни)
Механизация процессов	Частичная	Частичная
Ветеринарное обслуживание	Регулярное	Регулярное

Различия в продуктивности овец оказывают прямое влияние на экономическую эффективность их разведения, формируя уникальные показатели для каждой зоны [24, 25].

Экономические показатели, представленные в таблице 10, демонстрируют, что в Заволжье, несмотря на высокую продуктивность, рентабельность может быть выше за счет минимальных затрат на корма (круглогодное пастбищное содержание). В лесостепной зоне ниже продуктивность, но и выше затраты.

Таблица 10. Экономические показатели
в разных зонах разведения волгоградской
породы овец (в расчете на 1 матку)
Table 10. Economic indicators in different breeding
zones of the Volgograd sheep breed (per ewe)

Показатель	Заволжье	Лесостепная зона
Производство баранины в живой массе, кг	85–95	70–80
Производство шерсти (мытой), кг	2,6–3,0	2,0–2,3
Выход ягнят, гол	1,35	1,25
Себестоимость продукции	Ниже (пастбищное содержание)	Выше (стойловый период)
Рентабельность, %	25–30	20–25

Исследования выявили наличие генотип-средовых взаимодействий – разные генотипы по-разному реагируют на изменение условий среды [26, 27].

Таблица 11. Реакция разных породных линий на изменение условий среды

Table 11. The reaction of different breed lines to changing environmental conditions

Линия	Продуктивность в Заволжье	Продуктивность в лесостепной зоне	Прирост, %
№ 623	Очень высокая	Высокая	+15
№ 619-2	Высокая	Высокая	+10
№ 6	Высокая	Средняя	+20
№ 7193-БАМ	Высокая	Средняя	+25

Исходя из данных таблицы 11 можно сделать вывод, что Заволжье остается более комфортной зоной разведения волгоградской породы овец. Наибольший прирост продуктивности дают линии, созданные с участием австралийских меринсов (№ 7193-БАМ), что свидетельствует об их более высоких требованиях к условиям содержания. Однако лесостепная зона также благоприятно влияет на разведение овец.

На основе сравнительного анализа разработаны рекомендации по размещению племенных хозяйств волгоградской породы –

племенные заводы целесообразно размещать в зоне создания породы (Заволжье), где ведется жесткий естественный отбор и сохраняется высокая адаптивность животных.

Племенные репродукторы могут размещаться в различных агроэкологических зонах для воспроизводства и реализации животных в соответствующих условиях. При перемещении животных из одной зоны в другую необходимо учитывать период адаптации (1–2 года) и возможное временное снижение продуктивности. Для разных зон следует разрабатывать дифференцированные программы кормления и содержания [28].

Так, в Заволжье основной упор делается на сохранение адаптивных качеств (крепость конституции, выживаемость, способность к пастбищному содержанию), поддержание продуктивности на достигнутом уровне и селекцию на устойчивость к экстремальным факторам.

Для лесостепной зоны – это максимальная реализация потенциала продуктивности, усиление селекции в направлении на мясные качества и скороспелость, а также использование более интенсивных технологий производства [29, 30]; для степной зоны – сбалансированная селекция по всем признакам и поддержание универсального типа.

Результаты проведенного сравнительного анализа могут использоваться в работе селекционно-генетического центра по волгоградской породе овец при проведении мониторинга (регулярного сбора данных из всех хозяйств для оценки влияния условий на продуктивность), оценки производителей (учета условий при оценке баранов по качеству потомства (для исключения влияния среды)); при составлении рекомендаций по обмену генетическим материалом (определение оптимальных направлений перемещения животных) и разработке зональных стандартов (уточнение минимальных требований для разных агроклиматических зон).

Дальнейшие исследования по влиянию агроэкологических условий на продуктивность овец волгоградской породы должны быть направлены на углубленное изучение механизмов адаптации (физиологические, биохимические и молекулярно-генетические исследования), моделирование продуктивности (разработка математических моделей, прогнози-

рующих продуктивность в зависимости от факторов среды), изучение микроклимата (влияние микроклиматических условий в помещениях на продуктивность в разные сезоны) и экономическую оптимизацию (определение оптимальных зон для разных направлений продуктивности).

Заключение. Волгоградская порода овец разводится в различных природно-климатических зонах – от сурового Заволжья (полупустынь) до более благоприятных лесостепных зон Республики Башкортостан и степных зон Ростовской области.

При анализе представленных данных выявлены существенные различия в продуктивности овец в разных зонах: наибольшие показатели живой массы, шерстной продуктивности и плодовитости отмечены в зоне Заволжья.

Заволжские просторы являются настоящим домом для волгоградской породы овец, где их продуктивность расцветает в полной мере. Парадоксально, но именно в суровых испытаниях эти животные демонстрируют наибольший прирост своих возможностей. Научные изыскания раскрыли удивительную гибкость волгоградских овец, их способность адаптироваться к любым вызовам. Эта стойкость, как оказалось, заложена в самой их природе, в генетически унаследованных механизмах выживания.

Для достижения оптимальных результатов выявленные различия требуют внесения изменений в селекционные программы, ориентированные на конкретные агроэкологические зоны.

Список литературы

1. Племенные и продуктивные качества овец волгоградской породы и их дальнейшее совершенствование / А. С. Филатов, Н. Г. Чамурлиев, Е. А. Мельникова, А. Г. Мельников // Аграрно-пищевые инновации. 2020. № 1(9). С. 17–24. DOI: 10.31208/2618-7353-2020-9-17-24. EDN: RLNVRQ
2. Двалишвили В. Г., Опакай Ч. М. Продуктивность и биологические особенности молодняка овец волгоградской породы разного происхождения // Зоотехния. 2019. № 7. С. 30–32. DOI: 10.25708/ZT.2019.58.98.008. EDN: AZJYBZ
3. Отечественное овцеводство, породные и региональные особенности / Х. А. Амерханов, К. Э. Разумеев, Ю. А. Юлдашбаев, Н. Е. Федорова // Зоотехния. 2025. № 11. С. 25–31. DOI: 10.25708/ZT.2025.67.83.007. EDN: CUMVGL
4. Квашнина М. А., Пономарев В. В. Анализ деятельности селекционного центра по волгоградской породе овец на территории Российской Федерации // Стратегия развития АПК России на основе рационального использования региональных генетических и сырьевых ресурсов: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 6-7 июня 2024 г. Волгоград, 2024. С. 99–102. EDN: XDQSQE
5. Оценка состояния племенных ресурсов волгоградской и эдильбаевской пород овец на территории Южного федерального округа / М. А. Квашнина, А. В. Мерзлякова, В. В. Пономарев, И. Ф. Горлов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2026. № 1(85). С. 401–411. DOI: 10.32786/2071-9485-2026-01-42. EDN: YRGJIX
6. Квашнина М. А., Пономарев В. В. Анализ племенных качеств овец волгоградской породы, разводимых в разных агроэкологических условиях // Аграрно-пищевые инновации. 2024. № 4(28). С. 58–70. DOI: 10.31208/2618-7353-2024-28-58-70. EDN: PPYUUL
7. Совершенствование племенных ресурсов овцеводческой отрасли Волгоградской области / И. Ф. Горлов, А. А. Мосолов, А. В. Мерзлякова, А. А. Демина // Аграрно-пищевые инновации. 2026. № 1(33). С. 35–48. DOI: 10.31208/2618-7353-2026-33-35-48. EDN: XJGIPF
8. Ежегодник по племенной работе в овцеводстве и козоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2025 год). Москва: Издательство ФГБНУ ВНИИплем, 2026. 306 с.
9. Порядок и условия проведения бонитировки племенных овец тонкорунных пород, полутонкорунных пород и пород мясного направления продуктивности (утвержден приказом Министерства сельского хозяйства России от 21.12.2021 г. № 860).
10. Сохранение генетических ресурсов сельскохозяйственных животных / Ю. А. Столповский, С. В. Бекетов, Е. В. Солоднева, С. Б. Кузнецов // Главный зоотехник. 2024. № 3(248). С. 3–18. DOI: 10.33920/sel-03-2403-01. EDN: CWYNQN
11. Динамика разведения овец волгоградской породы / Л. Н. Григорян, В. А. Злепкин, А. В. Равичева [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 6(84). С. 392–402. DOI: 10.32786/2071-9485-2025-06-44. EDN: UVFQKY

12. Оценка селекционных признаков овец волгоградской породы в племенных заводах / А. С. Филатов, Н. Г. Чамурлиев, А. Г. Мельников, Е. А. Мельникова // Аграрно-пищевые инновации. 2020. № 3(11). С. 34–44. DOI: 10.31208/2618-7353-2020-11-34-44. EDN: AZSWRW
13. Колосов Ю. А., Белик Н. И., Зелятдинов В. В. Характеристика основных физико-технических свойств шерсти баранов-производителей племенных хозяйств Ростовской области // Сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3(17). С. 93–103. DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/009.3.17.2024. EDN: QISCAB
14. Гематологические показатели баранчиков при использовании кормовых добавок разного состава / А. Т. Варакин, В. В. Саломатин, Д. К. Кулик [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. 2022. № 1. С. 34–37. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-1-34-37. EDN: UJSEPA
15. Николаев С. И., Арстанов К. С. Гранулированные минеральные комплексы при выращивании баранчиков // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 4(213). С. 42–54. DOI: 10.33920/sel-05-2304-04. EDN: BTBVCC
16. Федоров В. Х., Никитеев П. А., Федюк В. В. Состояние и пути развития селекционно-племенной работы в Ростовской области // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 4(46). С. 97–104. EDN: PYLOKR
17. Сазонова И. А. Динамика роста ягнят овец волгоградской, цигайской и эдильбаевской пород в зоне среднего Поволжья // Овцы, козы, шерстяное дело. 2019. № 4. С. 27–28. EDN: VEAQJI
18. Абонеев В. В., Абонеева Е. В. О некоторых особенностях селекционно-технологических методов совершенствования овец племенных стад // Овцы, козы, шерстяное дело. 2022. № 4. С. 16–20. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-4-16-20. EDN: GQYAZY
19. Лакота Е. А. Состояние и тенденции развития тонкорунного овцеводства в сухо-степном Поволжье // Научное обозрение. Биологические науки. 2022. № 4. С. 91–95. DOI: 10.17513/srbs.1299. EDN: UEDUJC
20. Коник Н. В., Сеница В. В., Капинская А. А. Организационные приоритеты развития овцеводства в регионе Поволжья // Аграрные конференции. 2023. № 39(3). С. 23–29. EDN: UEDUJC
21. Трансформация российского овцеводства: на примере Ростовской области / Ю. А. Колосов, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2026. № 1(85). С. 301–309. DOI: 10.32786/2071-9485-2026-01-31. EDN: TQFJLW
22. Мясная продуктивность тонкорунного молодняка овец различного происхождения / В. В. Абонеев, Ю. А. Колосов, А. Я. Куликова, Е. В. Абонеева // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 3(49). С. 76–83. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-76-83. EDN: GQVITYR
23. Абонеев В. В., Абонеева Е. В. Некоторые пути сохранения и совершенствования племенных ресурсов в отечественном овцеводстве // Зоотехния. 2022. № 3. С. 3–6. DOI: 10.26897/2074-0840-2022-3-3-6. EDN: YUTHFV
24. Состояние и тенденции в развитии овцеводства в мире и в России / А. И. Ерохин, Е. А. Карасев, Ю. А. Юлдашбаев, С. А. Ерохин // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 5–8. DOI: 10.25708/ZT.2019.59.90.003. EDN: YRMINS
25. Абонеев В. В., Колосов Ю. А. О проблемах сохранения племенных ресурсов овцеводства России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 43–45. EDN: СЕНМЕУ
26. Интерьерные особенности овец волгоградской породы разных линий / Ф. Р. Фейзуллаев, Ю. И. Тимошенко, Т. В. Лепёхина, С. В. Аноприенко // Зоотехния. 2024. № 11. С. 26–27. DOI: 10.25708/ZT.2024.55.69.006. EDN: EXKTNB
27. Унгефуг А. Е., Фейзуллаев Ф. Р., Тимошенко Ю. И. Конституциональные особенности и рост ягнят в зависимости от кровности // Зоотехния. 2026. № 3. С. 34–36. DOI: 10.25708/ZT.2026.11.79.009. EDN: KBVPHD
28. Ерохин А. И. Некоторые особенности породообразовательного процесса в современном отечественном овцеводстве // Овцы, козы, шерстяное дело. 2019. № 4. С. 50–58. EDN: PZWKXE
29. Хмелевская Г. Н., Равичева А. В., Степанова Н. Г. База данных племенных овец тонкорунных и полутонкорунных пород // Овцы, козы, шерстяное дело. 2024. № 3. С. 8–12. DOI: 10.26897/2074-0840-2024-3-8-12. EDN: FPHGEA
30. Фейзуллаев Ф. Р., Тимошенко Ю. И., Лепёхина Т. В. Живая масса и суточные приросты баранчиков волгоградской тонкорунной мясо-шерстной породы разных генотипов // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 1(139). DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.64. EDN: UMGVUX

References

1. Filatov AS, Chamurliov NG, Mel'nikova EA, Mel'nikov AG. Breeding and productive qualities of the Volgograd breed sheep and their further improvement. *Agrarian-and-food innovations*. 2020;(1):17–24. (In Russ.). DOI: 10.31208/2618-7353-2020-9-17-24. EDN: RLNVQR
2. Dvalishvili VG, Opakay ChM. Efficiency and biological features of young of sheep of the Volgograd breed of different origin. *Zootechniya*. 2019;(7):30–32. (In Russ.). DOI: 10.31208/2618-7353-2024-28-58-70. EDN: PPYUUL
3. Amerkhanov KhA, Razumeev KE, Yuldashbaev YA, Fedorova NE. Domestic sheep breeding, breed and regional features. *Zootechniya*. 2025;(11):25–31. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2025.67.83.007. EDN: CUMVGL
4. Kvashnina MA, Ponomarev VV. Analysis of the Activity of the Breeding Center for the Volgograd Sheep Breed in the Russian Federation. *Strategiya razvitiya APK Rossii na osnove ratsional'nogo ispol'zovaniya regional'nykh geneticheskikh i syr'evykh resursov: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Volgograd, 6-7 iyunya 2024 g. Volgograd*. [Strategy for the Development of the Russian Agro-Industrial Complex Based on the Rational Use of Regional Genetic and Raw Material Resources: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Volgograd, June 6-7, 2024. Volgograd]. Volgograd, 2024. Pp. 99–102. (In Russ.). EDN: XDQSQE
5. Kvashnina MA, Merzlyakova AV, Ponomarev VV, Gorlov IF. The assessment of the Volgogradskaya and Edilbaevskaya sheep breeds breeding resources state on the Southern Federal district territory. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2026;(1):401–411. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2026-01-42. EDN: YRGIJX
6. Kvashnina MA, Ponomarev VV. Analysis of breeding qualities of volgograd sheep bred under different agroecological conditions. *Agrarian-and-food innovations*. 2024;(4):58–70. (In Russ.). DOI: 10.31208/2618-7353-2024-28-58-70. EDN: PPYUUL
7. Gorlov IF, Mosolov AA, Merzlyakova AV, Demina AA. Enhancement of breeding resources in the sheep industry of the Volgograd region. *Agrarian-and-food innovations*. 2024;(1):35–48. (In Russ.). DOI: 10.31208/2618-7353-2026-33-35-48. EDN: XJGIPF
8. *Ezhegodnik po plemennoy rabote v ovcevodstve i kozovodstve v khozyajstvakh Rossijskoj Federatsii (2025 god)* [Yearbook on breeding work in sheep and goat breeding in the farms of the Russian Federation (2025)]. Moscow: Izdatel'stvo FGBNU VNIIPlem, 2026. 306 p. (In Russ.).
9. *Poryadok i usloviya provedeniya bonitirovki plemennykh ovec tonkorunnykh porod, polutonkorunnykh porod i porod myasnogo napravleniya produktivnosti (utverzhden prikazom Ministerstva sel'skogo khozyajstva Rossii ot 21.12.2021 g. № 860)* [Procedure and conditions for the appraisal of pedigree sheep of thin-cross breeds, semithin-cross breeds and breeds of meat direction of productivity (approved by the order of the Ministry of Agriculture of Russia from 21.12.2021, No 860)]. (In Russ.).
10. Stolpovsky YuA, Beketov SV, Solodneva EV, Kuznetsov SB. Conservation of genetic resources of farm animals. *Head of animal breeding*. 2024;(3):3–18. (In Russ.). DOI: 10.33920/sel-03-2403-01. EDN: CWYNQN
11. Grigoryan LN, Zlepkin VA, Ravicheva AV [et al.]. The dynamics of breeding Volgogradskaya sheep. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2025;(6):392–402. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2025-06-44. EDN: UVFQKY
12. Filatov AS, Chamurliov NG, Mel'nikov AG, Mel'nikova EA. Assessment of breeding characteristics of Volgograd sheep in breeding farms. *Agrarian-and-food innovations*. 2020;(3):34–44. (In Russ.). DOI: 10.31208/2618-7353-2020-11-34-44. EDN: AZSWRW
13. Kolosov YuA, Belik NI, Zeliatdinov VV. Characteristics of the main physical and technical properties of stud rams' wool from breeding farms in the Rostov region. *Agricultural journal*. 2024;(3):93–103. (In Russ.). DOI: 10.48612/FARC/2687-1254/009.3.17.2024. EDN: QISCAB
14. Varakin AT, Salomatin VV, Kulik DK [et al.]. Hematological parameters of rams when using feed additives of different composition. *Sheep, goats, wool business*. 2022;(1):34–37. (In Russ.). DOI: 10.26897/2074-0840-2022-1-34-37. EDN: UJSEPA
15. Nikolaev SI, Arstanov KS. Granulated mineral complexes in the rearing of young rams. *Feeding farm animals and feed production*. 2023;(4):42–54. (In Russ.). DOI: 10.33920/sel-05-2304-04. EDN: BTBVCC
16. Fedorov VKh, Nikiteev PA, Fedyuk VV. The state and ways of development of stock breeding in the Rostov region. *Bulletin of the Don State Agrarian University*. 2022;(4):97–104. (In Russ.). EDN: PYLOKR

17. Sazonova IA. Growth dynamics of lambs of Volgograd, Tsigai and Edilbaev sheep breeds in the Middle Volga region. *Sheep, goats, wool business*. 2019;(4):27–28. (In Russ.). EDN: VEAQJI
18. Aboneev VV, Aboneeva EV. Some ways to preserve and improve the breeding resources of domestic sheep breeding. *Sheep, goats, wool business*. 2022;(4):16–20. (In Russ.). DOI: 10.26897/2074-0840-2022-4-16-20. EDN: GQYAZY
19. Lakota EA. Status and development trends of fine-wool sheep breeding in the dry steppe Volga region. *Scientific Review. Biological Sciences*. 2022;(4):91–95. (In Russ.). DOI: 10.17513/srbs.1299. EDN: UEDUJC
20. Konik NV, Sinitsa VV, Kapinskaya AA. Organizational priorities of sheep breeding development in the Volga region. *Agrarian Conferences*. 2023;(3):22–28. (In Russ.). EDN: UEDUJC
21. Kolosov YuA, Gorlov IF, Slozhenkina MI [et al.]. The transformation of the Russian sheep breeding: on the example of the Rostov region. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2026;(1):301–309. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2026-01-31. EDN: TQFJLW
22. Aboneev VV, Kolosov YuA, Kulikova AY, Aboneeva EV. Meat productivity of young fine-wool sheep of different origins. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2024;(3):76–83. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-76-83. EDN: GQVTYR
23. Aboneev VV, Aboneeva EV. About some features of selection and technological methods of improvement of sheep breeding herds. *Sheep, goats, wool business*. 2022;(3):3–6. (In Russ.). DOI: 10.26897/2074-0840-2022-3-3-6. EDN: YUTHFV
24. Erokhin AI, Karasev EA, Yuldashbaev YA, Erokhin SA. Status and trends in the development of sheep breeding in the world and in Russia. *Zootechniya*. 2020;(1):5–8. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2019.59.90.003. EDN: YRMINS
25. Aboneev VV, Kolosov YuA. On the problems of preserving the pedigree resources of sheep breeding in Russia. *Sheep, goats, wool business*. 2020;(1):43–45. (In Russ.). EDN: CEHMEY
26. Feyzullaev FR, Timoshenko YuI, Lepekhina TV, Anoprienko SV. Interior features of volgograd sheep breeds of different lines. *Zootechniya*. 2024;(11):26–27. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2024.55.69.006. EDN: EXKTNB
27. Ungefug AE, Feyzullaev FR, Timoshenko YuI. Constitutional features and growth of lambs depending on blood type. *Zootechniya*. 2026;(3):34–36. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2026.11.79.009. EDN: KBVPHD
28. Erokhin AI. Some Features of the Breed Formation Process in Modern Domestic Sheep. *Sheep, goats, wool business*. 2019;(4):50–58. (In Russ.). EDN: PZWKXE
29. Khmelevskaya GN, Ravicheva AV, Gurgenovna SN. Database of pedigree sheep of fine-fleeced and semi-fine-fleeced breeds. *Sheep, goats, wool business*. 2024;(3):8–12. (In Russ.). DOI: 10.26897/2074-0840-2024-3-8-12. EDN: FPHGEA
30. Feizullaev FR, Timoshenko YI, Lepekhina TV. Live weight and daily gain of lambs of volgograd thin-crossed meat-and-wool breed of different genotypes. *International Scientific Research Journal*. 2024;(1):120. (In Russ.). DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.64. EDN: UMGVUX

Сведения об авторах

Пономарев Виктор Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, отдел селекции и разведения овец и коз, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», SPIN-код: 2383-1493

Квашнина Мария Александровна – аспирант по научной специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технология приготовления кормов и производство продукции животноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», SPIN-код: 7326-4632

Мерзлякова Анастасия Витальевна – аспирант кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет», SPIN-код: 2075-8691

Information about the authors

Viktor V. Ponomarev – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Associate, Department of Sheep and Goat Breeding and Selection, All-Russian Scientific Research Institute of Animal Breeding, SPIN-код: 2383-1493

Maria A. Kvashnina – Postgraduate Student specializing in 4.2.4 Private Animal Husbandry, Feeding, Feed Preparation Technology, and Livestock Production, Volga Region Scientific Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, SPIN-code: 7326-4632

Anastasia V. Merzlyakova – Postgraduate Student in the Department of Animal Nutrition and Breeding, Volgograd State Agricultural University, SPIN-code: 2075-8691

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 05.08.2026;
одобрена после рецензирования 25.08.2026;
принята к публикации 02.09.2026.*

*The article was submitted 05.08.2026;
approved after reviewing 25.08.2026;
accepted for publication 02.09.2026.*

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES**Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса**
Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex

Научная статья

УДК 631.353.73

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-81-90

**Моделирование технологического процесса
утилизации ветвей плодовых деревьев****Тимур Муаедович Апхудов^{✉1}, Людмила Зачиевна Шекихачева²**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{✉1}aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>²sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

Аннотация. В результате обрезки появляется побочный продукт – срезанные плодовые ветви, которые загромождают междурядье сада и мешают проведению последующих культуртехнических работ по уходу за насаждениями. Таким образом, обрезка плодовых деревьев и утилизация образующихся при этом отходов является актуальной проблемой. Анализ показал, что существующие измельчители по типу конструкций можно классифицировать на следующие группы: стационарные, позиционные и передвижные. Стационарные измельчители в садоводстве чаще всего применяются в тех случаях, когда измельченная древесина в дальнейшем используется в перерабатывающей промышленности. Передвижные рубильные машины позволяют значительно снизить трудоемкость работ. Навесная система обеспечивает транспортное положение агрегата и позволяет регулировать заглубление рабочих органов измельчителя в почву. В результате моделирования технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев установлена зависимость силы резания и работы силы резания от основных параметров процесса измельчения ветвей плодовых деревьев ножевым диском. Рекомендованы двухслойные ножи с режущей частью из стали 9Х5ВФ, ножи с телом из стали марки 15 или цельные ножи из инструментальной стали У8А с твердостью режущей частью HRC=50-55. Показано, что сила резания тем больше, чем больше угол заточки. При этом в большей степени деформируется материал перед ножом, и соответственно, возникает большее давление. Это вызывает увеличение удельной силы резания. Получено выражение для установления оптимального значения угла заточки лезвия ножа, обеспечивающее минимальное значение коэффициента изнашивания ножа и минимальное значение удельной силы резания. Полученные выражения могут быть использованы при проектировании измельчительных машин.

Ключевые слова: плодовые насаждения, обрезка, утилизация, ветви, измельчитель, нож, сила резания

Для цитирования: Апхудов Т. М., Шекихачева Л. З. Моделирование технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова 2026. № 3(53). С. 81–90. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-81-90

Original article

Modeling the technological process of recycling fruit tree branches

Timur M. Apkhudov^{✉1}, Ludmila Z. Shekikhacheva²

Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

¹✉aphudov75@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9304-1324>

²sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

Abstract. Pruning produces a byproduct – cut fruit branches – that clutters the orchard's row spacing and interferes with subsequent maintenance work. Therefore, pruning fruit trees and disposing of the resulting waste is a pressing issue. An analysis of the current state of fruit tree pruning disposal revealed that existing chippers can be classified by design into the following groups: stationary, positional, and mobile. Stationary chippers are most often used in horticulture when the chipped wood is subsequently used in the processing industry. Mobile chippers significantly reduce labor intensity. A mounted system ensures the unit's transport position and allows for adjustable penetration of the chipper's working parts into the soil. Modeling the fruit tree branch disposal process revealed the relationship between cutting force and the work of the cutting force on the key parameters of the fruit tree branch chipping process using a knife disk. Two-layer knives with a 9Kh5VF steel cutting edge, a grade 15 steel body, or solid knives made of U8A tool steel with a cutting edge hardness of HRC=50-55 are recommended. It has been shown that the greater the sharpening angle, the greater the cutting force. This leads to greater deformation of the material in front of the knife, resulting in greater pressure. This increases the specific cutting force. An expression has been derived for determining the optimal sharpening angle for the knife blade, which ensures the minimum knife wear coefficient and the lowest specific cutting force. These expressions can be used in the design of shredding machines.

Keywords: fruit orchards, pruning, recycling, branches, shredder, knife, cutting force

For citation: Apkhudov TM, Shekikhacheva LZ. Modeling the technological process of recycling fruit tree branches. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):81–90. (Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-81-90

Введение. Своевременная и качественная обрезка плодовых деревьев имеет большое значение при уходе за садом, но в результате обрезки появляется побочный продукт – срезанные плодовые ветви, которые загромождают междурядье сада и мешают проведению последующих агротехнических работ по уходу за насаждениями [1–3].

Вместе с тем в составе срезанных плодовых ветвей может содержаться (в зависимости от породы): азота 0,43–0,99%, фосфора 0,1–0,4%, калия 0,23–0,52%. В пересчете это эквивалентно 2–5 т навоза на 1 га [4]. Благодаря высокому содержанию органических и минеральных веществ в древесных отходах применение их в качестве мульчирующего материала – один из источников накопления в почве минеральных веществ и улучшения ее пищевого режима.

Древесная мульча благодаря своим геометрическим параметрам создает более плотный слой, через который сорной растительности сложнее пробиваться к поверхности [5–7]. Кроме того, древесная мульча впитывает влагу, и слой становится тяжелее, что создает дополнительное воздействие на рост сорной растительности, находящейся под слоем мульчи [8–10].

Мульчирование измельченной древесиной, особенно с применением азотного удобрения, способствует повышению уровня биологической активности почвы. Использование древесных остатков в качестве мульчирующего материала способствует размножению дождевых червей в почве и в результате – повышению ее плодородия [11].

Таким образом, обрезка плодовых деревьев и утилизация образующихся при этом отходов является актуальной проблемой.

Исходя из вышеизложенного сформулирована **цель исследования** – моделирование технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование базируется на методах математического моделирования, сравнения.

В качестве объекта исследования использован измельчитель ветвей плодовых деревьев. Математическое моделирование осуществляли с использованием пакета прикладных программ «MathCAD 2001 Professional». Результаты обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA–5.0».

Результаты исследования. Технологии утилизации срезанных ветвей плодовых деревьев приведены на рисунке 1.

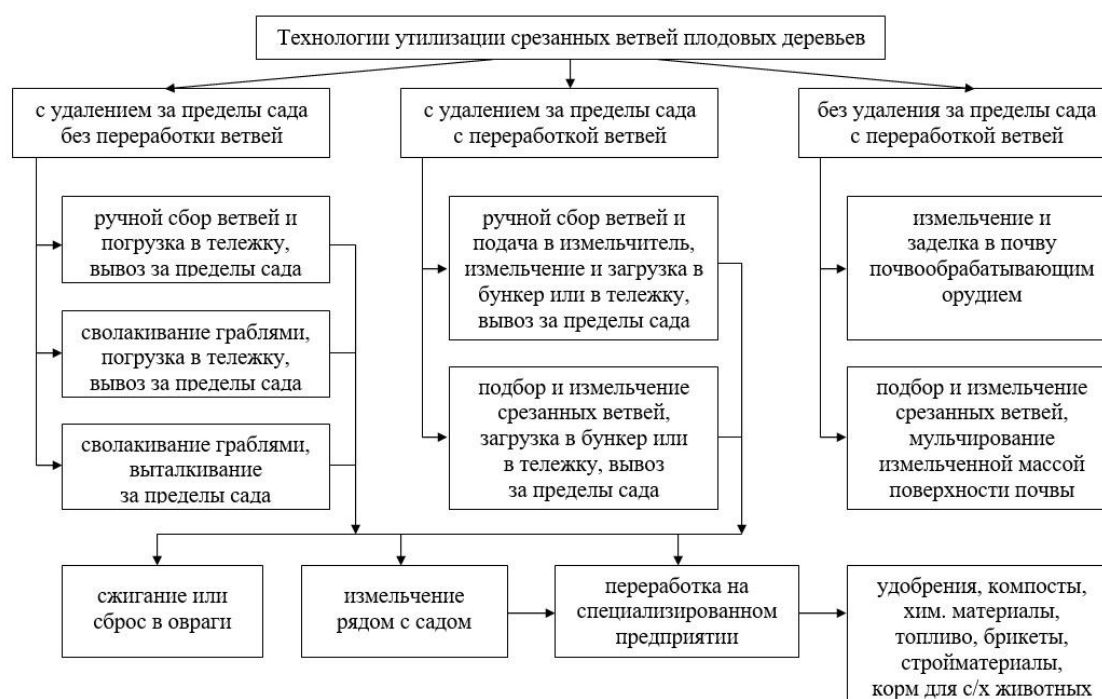


Рисунок 1. Классификация технологий утилизации срезанных ветвей плодовых деревьев
Figure 1. Classification of technologies for recycling cut branches of fruit trees

Все существующие измельчители по типу конструкций можно классифицировать на следующие группы: стационарные, позиционные и передвижные (рис. 2).

Стационарные измельчители в садоводстве чаще всего применяются в тех случаях, когда измельченная древесина в дальнейшем используется перерабатывающей промышленностью. Передвижные рубильные машины для садоводства представляют большой интерес. Их использование позволяет значительно снизить трудоемкость работ. Самоходные измельчители – это агрегаты, имеющие автономную энергетику и трансмиссию, способные самостоятельно передвигаться по междурядью сада.

В нашей стране наибольшее распространение получили прицепные измельчители, в передней части рамы которых имеется при-

цепная скоба. В качестве примера можно привести измельчитель ИВС-1,5 [1].

Навесные измельчители навешиваются с помощью трехточечного навесного устройства трактора, оборудованного гидросистемой. Навесная система обеспечивает транспортное положение агрегата и позволяет регулировать заглубление рабочих органов измельчителя в почву.

На основании анализа существующих конструкций измельчительных машин разработана уточненная классификация рабочих органов для измельчения древесины срезанных ветвей деревьев (рис. 3).

Рассматривая сложное движение лезвия ножа, можно заключить, что скорость V_p в процессе работы меняет свое направление (рис. 4).



Рисунок 2. Классификация машин для измельчения древесины
Figure 2. Classification of wood chipping machines

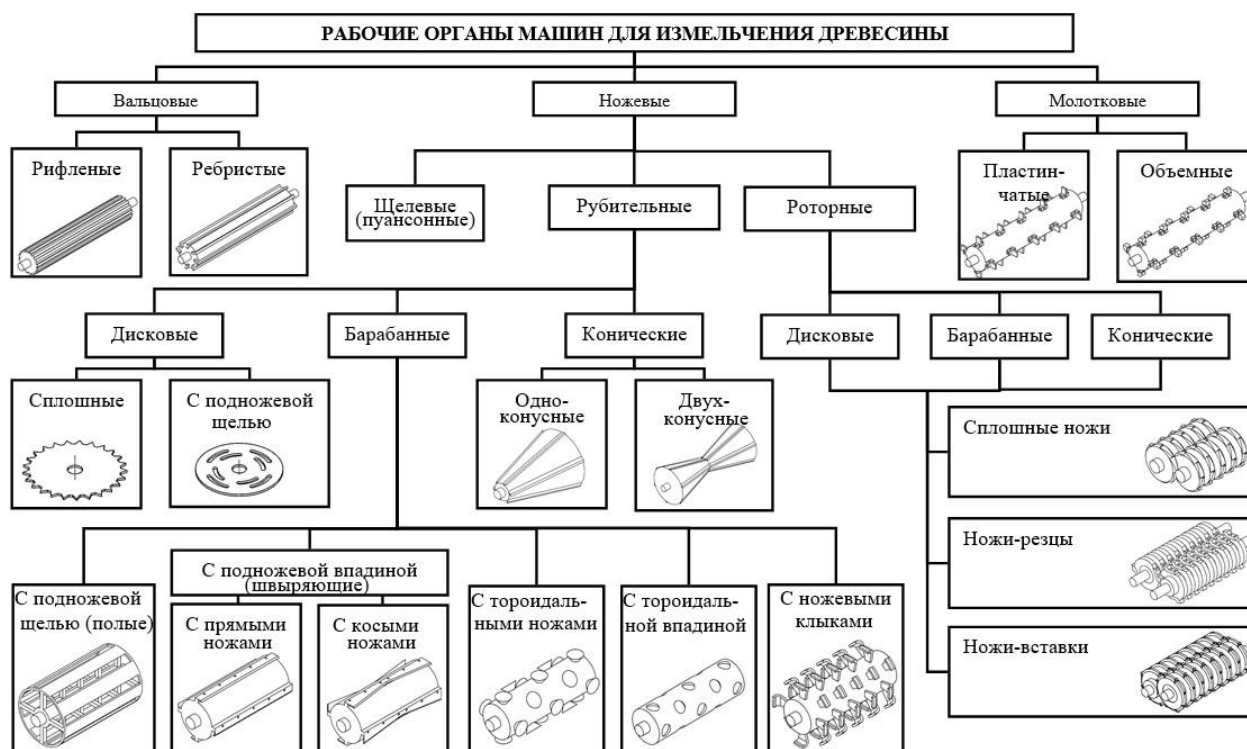


Рисунок 3. Классификация рабочих органов измельчающих машин
Figure 3. Classification of working bodies of grinding machines

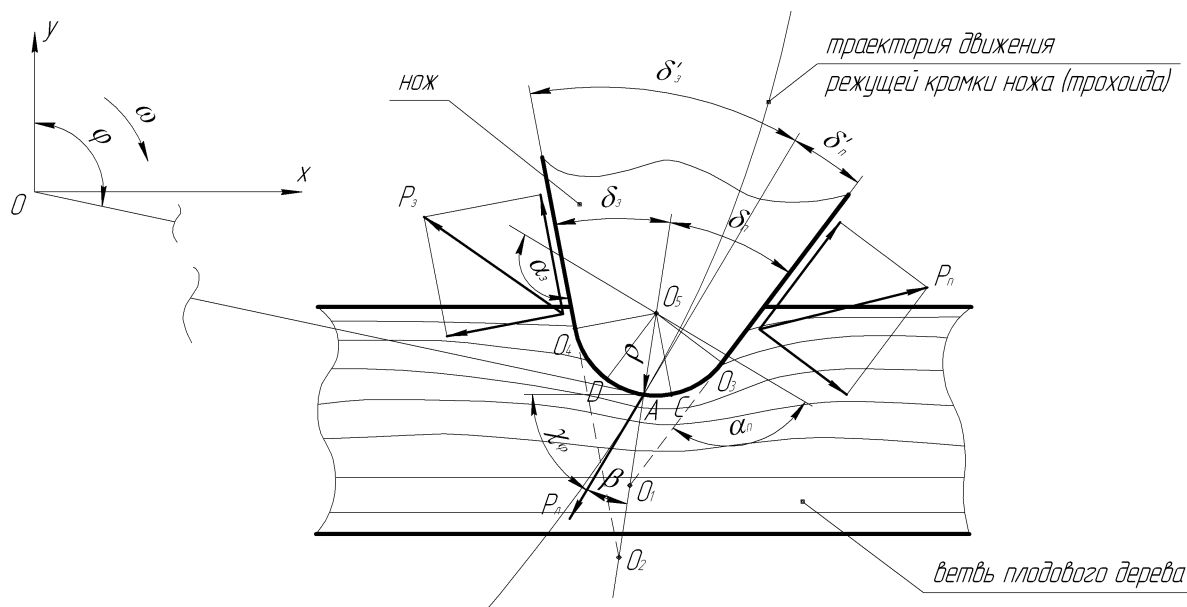


Рисунок 5. Схема силового взаимодействия режущей кромки ножа с ветвью плодового дерева
Figure 5. Diagram of the force interaction between the cutting edge of a knife and a branch of a fruit tree

Из треугольников $\Delta O_1 O_3 O$ и $\Delta O O_2 O_4$ видно, что

$$\chi = \frac{\pi}{2} - \delta,$$

следовательно,

$$\ell = \rho \left(\frac{\pi}{2} - \delta \right).$$

Тогда

$$\ell = \rho (\pi - (\delta_n + \delta_z)).$$

Подставив это выражение в уравнение (3), получим (в Н/мм):

$$P_n = \frac{\rho (\pi - (\delta_n + \delta_z)) \sigma_{сж\parallel}}{1 + \left(\frac{\sigma_{сж\parallel}}{\sigma_{сж\perp}} - 1 \right) \sin^2 \theta}. \quad (7)$$

Выражение (4) справедливо для определения сил по обеим граням. Однако ввиду криволинейного перемещения ножа в слое материала значения угла α для передней и задней граней будут разными. Кроме того, угол α – величина переменная, зависящая от угла поворота ножевого диска φ :

$$\alpha = f(\varphi), \quad (8)$$

где

φ – угол поворота ножевого диска, град.

Можно считать, что ось ОХ на рисунке 5 задает мгновенное направление перемещения ножа. Тогда угол δ' будет определять

угол между направлением движения и гранью ножа. Выражая α через δ' , получим:

$$\alpha = \left(\frac{\pi}{2} - \delta' \right). \quad (9)$$

Следовательно, необходимо выявить зависимость δ' от угла поворота ножевого диска и конфигурации заточки ножа.

Направление движения в момент времени t определяется касательной к траектории в точке контакта лезвия ножа. Поворот ножа относительно центра вращения задается углом φ между начальным и текущим положением радиальной линии ОА, проходящей через точку А кромки лезвия ножа. Задний δ_z и передний δ_n углы заточки отражают положение граней относительно радиальной линии ОА и определяют вид заточки. Если $\delta_z = \delta_n$, то заточка симметричная, в противном случае заточка будет смещена в одну сторону.

Для определения δ' следует найти угол между касательной к траектории в точке А и радиальной линией ОА, который определяется как

$$\beta = \varphi - \gamma, \quad (10)$$

где

γ – угол между вектором абсолютной скорости и осью ОХ:

$$\gamma = \arctg \frac{v_y}{v_x}, \quad (11)$$

где

v_x и v_y – проекции скоростей резания на оси неподвижной системы координат.

Подставив в это выражение уравнение (1), получим:

$$\gamma = \arctg \frac{-v_o \sin \varphi}{v_o \cos \varphi + v_n}. \quad (12)$$

С учетом уравнения (4) получим:

$$\begin{aligned} \delta'_n &= \delta_n + (\varphi - \gamma); \\ \delta'_3 &= \delta_3 + (\varphi - \gamma). \end{aligned} \quad (13)$$

Тогда α для обеих граней выражается как:

$$\begin{aligned} \alpha_n &= \frac{\pi}{2} - \delta_n - (\varphi - \gamma); \\ \alpha_3 &= \frac{\pi}{2} - \delta_3 + (\varphi - \gamma). \end{aligned} \quad (14)$$

Составляющие P_n и P_3 удельного усилия резания можно рассчитать по выражению:

$$\begin{aligned} P_n &= \frac{c_\sigma}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta_n - (\varphi - \gamma)\right)} \times \\ &\times \left[\frac{2\sigma_n}{\sqrt{3}} \cos 2\eta_g \cos\left(\frac{\pi}{2} - \delta_n - (\varphi - \gamma)\right) + \frac{\sigma_t}{\sqrt{3}} \sin 2\eta_g \sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta_n - (\varphi - \gamma)\right) \right]; \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{c_\sigma}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta_3 + (\varphi - \gamma)\right)} \times \\ &\times \left[\frac{2\sigma_n}{\sqrt{3}} \cos 2\eta_g \cos\left(\frac{\pi}{2} - \delta_3 + (\varphi - \gamma)\right) + \frac{\sigma_t}{\sqrt{3}} \sin 2\eta_g \sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta_3 + (\varphi - \gamma)\right) \right]. \end{aligned} \quad (16)$$

Анализ выражений (1), (2), (7), (15) и (16) показывает, что сила резания тем больше, чем больше угол заточки. При этом в большей степени деформируется материал перед ножом и, соответственно, возникает большее давление. Это вызывает увеличение удельной силы резания. В связи с этим было бы целесообразным угол γ делать наименьшим, вплоть до нулевого значения.

В соответствии с ГОСТ 6567-75 рекомендованы двухслойные ножи с режущей частью из стали 9Х5ВФ или Р4, ножи с телом из стали марки 15 или цельные ножи из инструментальной стали У8А с твердостью режущей частью HRC=50-55. В соответствии с этим для машины по измельчению срезанных ветвей плодовых деревьев рекомендованы ножи из инструментальной стали У8А.

На основании выражения (2) можно установить оптимальное значение угла заточки γ , которое обеспечивает минимальное значение коэффициента изнашивания ножа и минимальное значение удельной силы резания. Результаты моделирования представлены на ри-

сунке 6, из которого видно, что оптимальными будут значения: $\gamma = 50-60^\circ$; $\delta_n = -10^\circ$; $\delta_3 = 60-70^\circ$.

Выводы. В результате моделирования технологического процесса утилизации ветвей плодовых деревьев установлена зависимость силы резания и работы силы резания от основных параметров процесса измельчения ветвей плодовых деревьев ножевым диском.

Рекомендованы двухслойные ножи с режущей частью из стали 9Х5ВФ, с телом из стали марки 15 или цельные ножи из инструментальной стали У8А с твердостью режущей частью HRC=50-55.

Показано, что сила резания тем больше, чем больше угол заточки. При этом в большей степени деформируется материал перед ножом, и соответственно, возникает большее давление. Это вызывает увеличение удельной силы резания. Получено выражение для установления оптимального значения угла заточки лезвия ножа, обеспечи-

вающее минимальное значение коэффициента изнашивания ножа и минимальное значение удельной силы резания.

Полученные выражения могут быть использованы при проектировании измельчительных машин.

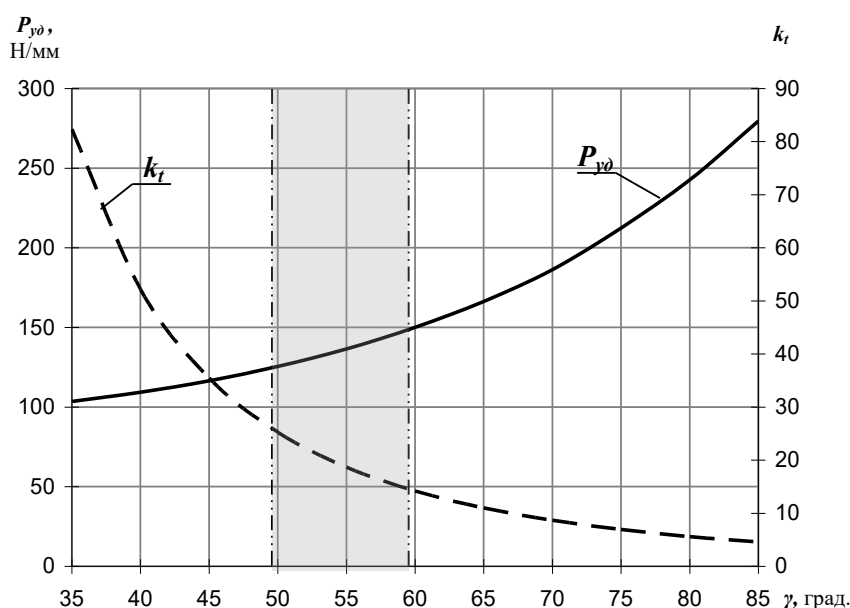


Рисунок 6. Зависимость удельной силы резания $P_{y\partial}$ и коэффициента

изнашивания ножа k_t от угла заточки γ

Figure 6. Dependence of specific cutting force $P_{y\partial}$ and knife

wear coefficient k_t on sharpening angle γ

Список литературы

1. Кудзаев А. Б., Тавасиев Р. М. Обоснование конструктивно-технологической схемы обрезки ветвей // Известия Горского государственного аграрного университета. 2009. Т. 46. № 2. С. 82–86. EDN: MVJLDD
2. Математическое моделирование процесса работы подборщика-измельчителя срезанных ветвей плодовых насаждений / Л. М. Хажметов, Т. М. Апхузов, А. У. Заммиев, И. О. Макуашев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 98–109. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-98-109. EDN: BEYONZ
3. Энергоемкость процесса измельчения срезанных ветвей плодовых деревьев двухвалковым роторным измельчителем / Л. М. Хажметов, В. Б. Дзуганов, Т. М. Апхузов, А. У. Заммиев, И. О. Макуашев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 114–121. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-114-121. EDN: NOQIZA
4. Тавасиев Р. М. Обоснование энергетического средства для крестьянских (фермерских) хозяйств // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 11. С. 42–43. EDN: ICCUGV
5. Шекихачев Ю. А., Мишхожев В. Х., Шекихачева Л. З. Исследование процесса работы косилки для мульчирования растительности в плодовых садах // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3(71). С. 220–227. DOI: 10.18286/1816-4501-2025-3-220-227. EDN: IENTYO
6. Бакуев Ж. Х., Темиржанов И. О., Аушев М. К. Новый способ содержания почвы в садах на склонах // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 40. № 1. С. 37–40. EDN: SXJNUL
7. Обоснование мероприятий по повышению плодородия почв Прохладненского муниципального района Кабардино-Балкарской Республики [Электронный ресурс] / Ю. А. Шекихачев, А. Ш. Тешев, В. Х. Мишхожев [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2024. № 2(62). Режим доступа: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_235.pdf. DOI: 10.51419/202142235. EDN: DFSFVH

8. Аушев М. К., Темиржанов И. О. Повышение плодородия почвы в приствольных полосах в горном и предгорном садоводстве // Сборник научных трудов Ингушского государственного университета. Назрань, 2012. С. 34–38. EDN: UEMTVX
9. Бербеков В. Н., Бакуев Ж. Х., Темиржанов И. О. Способ ускоренного создания гумусового слоя в приствольных полосах молодых садов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 2. С. 27–28. EDN: NEAAST
10. Бжеумыхов В. С., Шекихачев Ю. А. Основные направления рационального использования, охраны и улучшения почвенных ресурсов в Кабардино-Балкарской республике // АгроЭкоИнфо. 2017. № 4(30). Режим доступа: https://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_412.doc. EDN: YNGYHI
11. Повышение эксплуатационной надежности сельскохозяйственных машин / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов [и др.] // Техника и оборудование для села. 2023. № 4(310). С. 12–16. DOI: 10.33267/2072-9642-2023-4-12-16. EDN: HHJDDY
12. Тавасиев Р. М., Кудзаев А. Б., Туриев О. И. Математическая модель гидравлической цепи обрезчика ветвей // Аграрная наука. 2008. № 9. С. 13. EDN: JUYNPD
13. Влияние геометрии и кинематики режущего инструмента на усилие обрезки садов и виноградников: теоретический и численный анализ / В. В. Красовский, И. М. Трофимов, А. А. Завалий, Ю. Б. Гербер // Таврический вестник аграрной науки. 2026. № 1(45). С. 66–79. DOI: 10.5281/zenodo.19216701. EDN: EOINKD

References

1. Kudzaev AB, Tavasiev RM. *Obosnovanie konstruktivno-tekhnologicheskoy skhemy obrezchika vetvej* [Justification of the design and technological scheme of the branch cutter]. *Proceedings of Gorsky state agrarian university*. 2009;46(2):82–86. (In Russ.). EDN: MVJLDD
2. Khazhmetov LM, Apkhudov TM, Zammoev AU, Makuashev IO. Mathematical modeling of the process of operation of a picker-chopper of cut branches of fruit trees. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2024;(2):98–109. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-98-109. EDN: BEYONZ
3. Khazhmetov LM, Dzuganov VB, Apkhudov TM, Zammoev AU, Makuashev IO. Energy intensity of the process of shredding cut branches of fruit trees with a two-roll rotary shredder. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;(2):114–121. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-114-121. EDN: NOQIZA
4. Tavasiev RM. *Obosnovanie energeticheskogo sredstva dlya krest'yanskikh (fermerskikh) khozyajstv* [Justification of the energy source for peasant (farmer) households]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva*. 2007;(11):42–43. (In Russ.). EDN: ICCUGV
5. Shekikhachev YuA, Mishkhozhev VKh, Shekikhacheva LZ. Study of the operation process of a mower for mulching vegetation in orchards. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2025;(3):220–227. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2025-3-220-227. EDN: IENTYO
6. Bakuev ZhKh, Temirzhanov IO, Aushev MK. New method of soil maintenance in gardens on slopes. *Pomiculture & small fruits culture in Russia*. 2014;40(1):37–40. EDN: SXJNUL
7. Shekikhachev YuA, Teshev AS, Mishkhozhev VK [et al.]. Justification of measures to increase soil fertility in the prokhladnensky municipal district of the Kabardino-Balkarian Republic. *AgroEcoInfo*. 2024;(2). Access mode: https://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/2/st_235.pdf. (In Russ.). DOI: 10.51419/202142235. EDN: DFSFVH
8. Aushev MK, Temirzhanov IO. Increasing soil fertility in tree trunk strips in mountain and foothill horticulture. *Sbornik nauchnykh trudov Ingushskogo gosudarstvennogo universiteta* [Collection of scientific papers of the Ingush State University]. Nazran, 2012. Pp. 34–38. (In Russ.). EDN: UEMTVX
9. Berbekov VN, Bakuev ZhKh, Temirzhanov IO. Method for accelerated production of humus layer in inter-row space of young orchards. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2011;(2):27–28. (In Russ.). EDN: NEAAST
10. Bzheumykhov VS, Shekikhachev YuA. Main directions of rational use, protection and improvement of soil resources in the Kabardino-Balkarian Republic *AgroEcoInfo*. 2017;(4). Access mode: https://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/4/st_412.doc. (In Russ.). DOI: 10.51419/202142235. EDN: DFSFVH
11. Apazhev AK, Shekikhachev YuA, Khazhmetov LM [et al.]. Improving the operational reliability of agricultural machines. *Machinery and equipment for rural area*. 2023;(4):12–16. (In Russ.). DOI: 10.33267/2072-9642-2023-4-12-16. EDN: HHJDDY

12. Tavasiev RM, Kudzaev AB, Turiev OI. Mathematical model of hydraulic chain of branch cutter. *Agrarian Science*. 2008;(9):13. (In Russ.). EDN: JUYNPD
13. Krasovskiy VV, Trofimov IM, Zavaliy AA, Gerber YuB. Influence of cutting tool geometry and kinematics on the process of pruning orchards and vineyards: theoretical and numerical analysis. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2026;(1):66–79. (In Russ.). DOI: 10.5281/zenodo.19216701. EDN: EOINKD

Сведения об авторах

Апхудов Тимур Муаедович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7421-4358, Scopus ID: 57219057974

Шекхачева Людмила Зачиевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства и экспертизы недвижимости, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8551-6400, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-2019

Information about the authors

Timur M. Aphudov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Engineering, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7421-4358, Scopus ID: 57219057974

Ludmila L. Shekikhacheva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Land Management and Real Estate Expertise, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6853-7172, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-20

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 30.06.2026;
одобрена после рецензирования 27.07.2026;
принята к публикации 03.08.2026.*

*The article was submitted 30.06.2026;
approved after reviewing 27.07.2026;
accepted for publication 03.08.2026.*

Научная статья

УДК 635.13:635.18

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-91-100

Технологическое обоснование гербицидной обработки овощных культур опрыскиванием с боковым распылом

Иван Борисович Борисенко¹, Марина Викторовна Мезникова^{✉2},
Дмитрий Владимирович Скрипкин³, Елена Викторовна Гагарина⁴

^{1,2,3}Волгоградский государственный аграрный университет, проспект Университетский, 26,
Волгоград, Россия, 400002

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал
федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный
центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», улица Тимирязева, 9, Волгоград,
Россия, 400002

¹borisenivan@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6486-9210>

^{✉2}marina_roxette@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9384-7766>

³umka525@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1416-6207>

⁴gagarinae86@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7729-8312>

Аннотация. Технологическая операция опрыскивания является важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Способом наземного опрыскивания вносятся средства питания и защиты растений. При возделывании овощных культур по гребневой технологии важно иметь техническую возможность внесения растворов пестицидов как сплошным способом, так и по поверхности гребня, или же только в межполосном пространстве между гребнями. Чаще всего на полях применяют серийные опрыскиватели, которые обеспечивают обработку вертикальным способом сплошного опрыскивания с перекрытием факелов распыла от соседних распылителей – это инновационный способ ухода за посевами опрыскиванием с боковым распылом на основании патента на изобретение РФ 2785465 (усовершенствованное техническое решение по патенту на изобретение РФ 2817070 ученых Волгоградского ГАУ), позволяющий выполнять наземное опрыскивание с высокими показателями качества и экономией затрат на обработку. Разработанное техническое решение может быть использовано при выращивании овощных культур (в частности картофеля) по гребневой технологии, а также на посевах хлопчатника. В статье изложены технологические подходы и технические решения по комплексному использованию вертикального способа бокового распыла для ухода за посевами по полосам, а также сплошного способа для обработки посевов гербицидами, позволяющего устанавливать минимальную высоту опрыскивания для сплошной обработки гербицидами в фазе «до всходов» на 35% меньше минимальных значений для высоты опрыскивания. Способ бокового распыла позволяет вносить средства защиты и питания растений более равномерно, что способствует повышению эффективности технологии возделывания культур.

Ключевые слова: опрыскивание, способ бокового распыла, гербициды, овощные культуры, картофель, гребневая технология, ресурсосбережение

Для цитирования: Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Скрипкин Д. В., Гагарина Е. В. Технологическое обоснование гербицидной обработки овощных культур опрыскиванием с боковым распылом // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 91–100. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-91-100

Original article

Technological justification for herbicidal treatment of vegetable crops using the side spray method

Ivan B. Borisenko¹, Marina V. Meznikova^{✉2}, Dmitry V. Skripkin³, Elena V. Gagarina⁴

^{1,2,3}Volgograd State Agrarian University, 26 Universitetskiy Avenue, Volgograd, Russia, 400002

⁴All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov", 9 Timiryazev Street, Volgograd, Russia, 400002

¹borisenivan@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6486-9210>

^{✉2}marina_roxette@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9384-7766>

³umka525@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1416-6207>

⁴gagarinae86@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7729-8312>

Abstract. The spraying process is an important element of crop technology. By the method of ground spraying, plant nutrition and protection agents are introduced. When cultivating vegetables using comb technology, it is important to have the technical ability to apply pesticide solutions both in a continuous way and along the surface of the comb, or only in the interband space between the ridges. Most often, serial sprayers are used in the fields, where such treatment is provided by a vertical method of continuous spraying with overlapping spray flares from neighboring sprayers. An innovative approach is proposed to carry out crop care by spraying by side spraying according to patent for the invention of the Russian Federation 2785465 with an improved technical solution according to patent for the invention of the Russian Federation 2817070 (developed by scientists of the FSBEI HE Volgograd SAU). The side spray strip spraying method enables ground spraying to be performed with high quality properties and saving processing costs. The disclosed technical solution can be used in growing vegetable crops, particularly potatoes using comb technology, as well as on cotton crops. The article describes technological approaches and technical solutions for the complex use of the lateral spraying method, both for caring for crops in strips, and a continuous method for treating crops with herbicides. Method makes it possible to set minimum height of spraying for continuous treatment with herbicides in phase "to shoots" by 35% less than minimum values for height of spraying when vertical method is used. The method of side spraying makes it possible to apply plant protection and nutrition agents more evenly, which increases efficiency of the technological operation in the technology of cultivation.

Keywords: spraying, side spraying method, herbicides, vegetable crops, potatoes, comb technology, resource saving

For citation: Borisenko IB, Meznikova MV, Skripkin DV, Gagarina EV. Technological justification for herbicidal treatment of vegetable crops using the side spray method. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):91–100. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-91-100

Введение. При возделывании овощных культур по гребневой технологии растения высеваются в рядки и произрастают на вершине сформированного гребня [1]. При проведении мероприятий по защите и питанию растений в соответствии с применяемой технологией возделывания важно иметь техническую возможность покрытия площади рабочим раствором как по всей поверхности гребня, так и по его части, или в рядах межгребневого пространства [2–5].

При защите от сорняков в фазе «до всходов» опрыскивание должно обеспечивать полное покрытие поверхности почвы (так называемый гербицидный экран) [6]. Способ полосового опрыскивания с боковым распылом позволяет выполнять опрыскивание с высокими показателями качества и экономией затрат на обработку [7–9], однако данный метод обработки растворами гербицидов нуждается в совершенствовании [6, 10, 11].

Цель исследования – разработка и технологическое обоснование комплексного подхода к технологии наземного опрыскивания с боковым распылом рабочей жидкости, направленной на повышение качества и снижение затрат с учетом универсальности технического решения с возможностью применения как на обработке по полосам, так и сплошным способом.

Материалы, методы и объекты исследования. При возделывании овощных культур по гребневой технологии растения высеваются в рядки и произрастают на вершине сфор-

мированного гребня. При проведении мероприятий по защите и питанию в соответствии с применяемой технологией возделывания важно иметь техническую возможность покрытия площади рабочим раствором как по всей поверхности гребня, так и по его части, или в рядах межгребневого пространства.

Серийные опрыскиватели при защите от сорняков в фазе «до всходов» должны обеспечивать полное покрытие поверхности почвы вертикальным способом сплошного опрыскивания с перекрытием факелов распыла от соседних распылителей (рис. 1а).

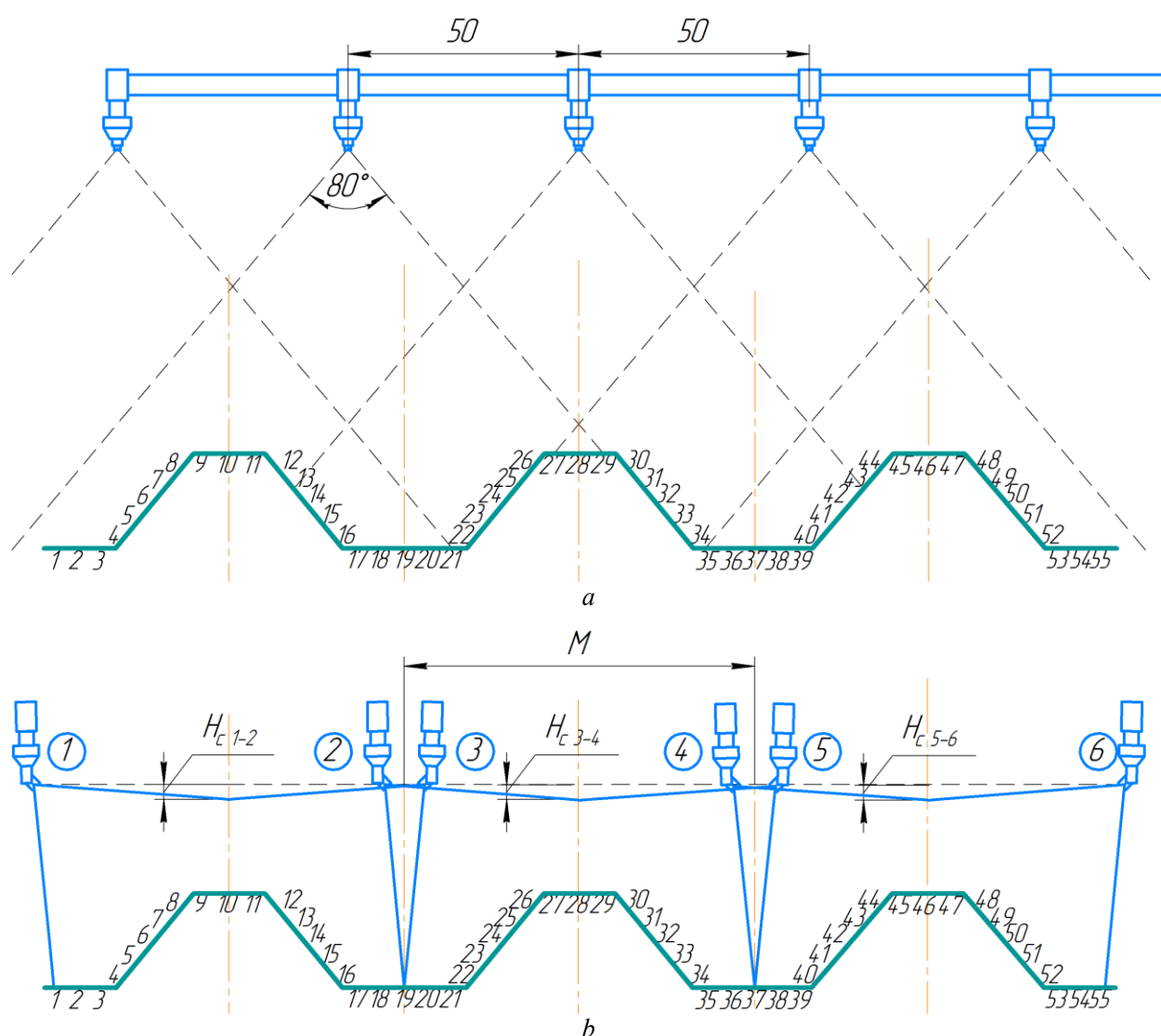


Рисунок 1. Профиль обработанной поверхности при гербицидной обработке картофеля по гребневой технологии: *a* – при вертикальном способе сплошного опрыскивания; *b* – при полосовом способе с боковым распылом

Figure 1. Profile of the treated surface in the herbicidal treatment of potatoes according to the comb technology: *a* – in the vertical method of continuous spraying; *b* – in the side spray strip process

Данный способ позволяет выполнять наземное опрыскивание с высокими показателями качества и экономией затрат на обработку (патент на изобретение РФ 2785465). Разработанное техническое решение может быть использовано при выращивании овощных культур (в частности картофеля) по гребневой технологии, а также на посевах хлопчатника [7–9].

При выполнении гербицидной обработки опрыскиванием на посадках картофеля по гребневой технологии необходимо добиваться равномерного распределения рабочего раствора на поверхности почвы как в горизонтальной части гребня (участки 9–11, 27–29, 45–47) и на его склонах (участки 4–8, 12–16, 22–26, 30–34, 40–44, 48–52), так и в межпо-

лосном пространстве (участки 1–3, 17–21, 35–39, 53–55) (рис. 1b).

Исследование характера и объема распределения по поверхности гребней проводилось на спроектированной и смонтированной лабораторной установке, представляющей собой широкий поддон с имитированным профилем гребней, в котором выполнены технологические отверстия для размещения емкостей для сбора рабочей жидкости (рис. 2). Имитированный профиль гребней является съемным и выполнен из облегченного, устойчивого к воздействию агрессивной внешней среды пластика, что позволяет применять лабораторную установку для различных технологий опрыскивания.

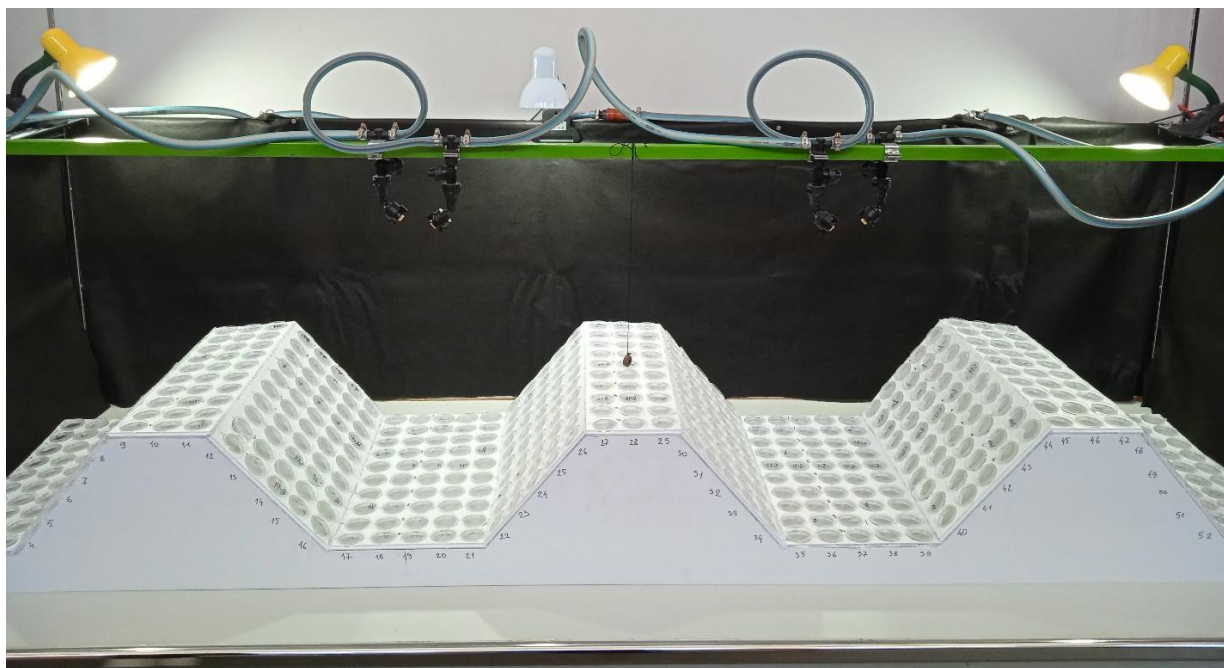


Рисунок 2. Лабораторная установка для исследования распределения рабочей жидкости с имитацией гребневой технологии

Figure 2. Laboratory installation for investigation of working fluid distribution with simulation of ridge technology

Поверхности профилей гребней разделены на продольные участки, которые были пронумерованы. Вверху лабораторной установки размещен фрагмент штанги опрыскивателя с перемещаемыми держателями распылителей в горизонтальной плоскости. Установка снабжена системой подачи жидкости, нагнетательной магистралью и системой регулирования и измерения давления, емкостью для сбора рабочей жидкости и отражательным

экраном с подсветкой. Лабораторная установка позволяет имитировать процесс опрыскивания и изучать распределение рабочей жидкости в зависимости от изменяемых факторов: способа опрыскивания, высоты опрыскивания, угла распыления форсунки, расположения распылителя относительно обрабатываемого объекта.

В процессе проведения исследований высоту опрыскивания настраивали в соответствии с

технологическим параметрами и в зависимости от применяемой форсунки (щелевые распылители с углом распыла 80°) под сплошное опрыскивание (вертикальный распыл) и полосовое опрыскивание (боковой распыл).

Выполнение опрыскивания гербицидами по традиционной технологии (с вертикальным распылом) предполагает установку высоты опрыскивания с учетом перекрытия

факелов распыла от соседних распылителей для обеспечения максимальной равномерности покрытия на уровне почвы.

На рисунке 3 приводятся результаты исследования распределения рабочей жидкости по поверхности гребней от 5 распылителей, установленных вертикально через 0,5 м (высота опрыскивания 0,4 м).

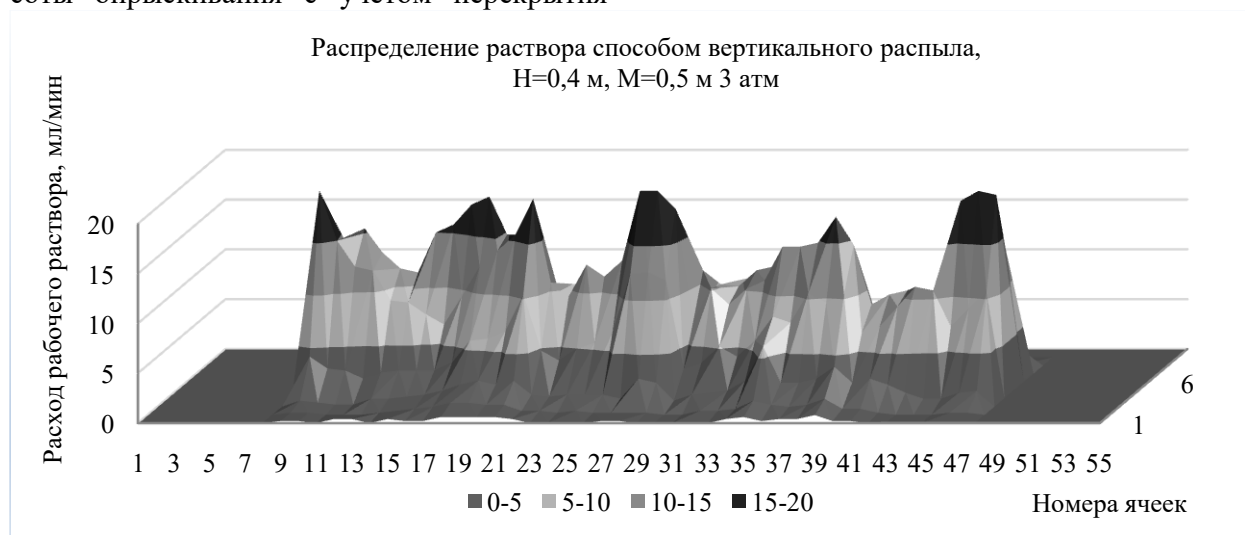


Рисунок 3. Распределение рабочей жидкости по поверхности гребней от 5 распылителей, установленных через 0,5 м, способом вертикального опрыскивания

Figure 3. Distribution of working fluid over the surface of the ridges from 5 sprayers installed every 0.5 m by vertical spraying

Применение полосового опрыскивания с боковым распылом рабочей жидкости позволило снизить высоту опрыскивания на 35% (до 0,26 м) [8]. Распылители при этом располагаются по центру междурядий M (в описываемой технологии возделывания картофеля принято $M=0,75$ м) (см. рис. 1б). Такое расположение распылителей позволяет обеспечить лучшее покрытие в верхней горизонтальной части гребня (участки 9–11, 27–29, 45–47), сократить объем вносимых пестицидов в межполосном пространстве (участки 17–21, 35–39) (рис. 4). Данный способ прекрасно подходит для операций листовой подкормки или технологических целей (десикации, дефолиации), а также для борьбы с болезнями и вредителями, однако способ полосового опрыскивания с боковым распылом для гербицидной обработки нуждается в совершенствовании.

Для выполнения технологической задачи обеспечения равномерного покрытия рабочим раствором по всем поверхностям гребня

с применением технологии полосового опрыскивания с боковым распылом необходимо исключить участки, не обработанные рабочим раствором. Авторами было применено технологическое решение по перемещению парных односторонних адаптеров соседних форсунок в противоположную сторону от центра рядка на расстояние S (патент на изобретение РФ 2817070).

Для обеспечения равномерного покрытия всей поверхности гребней по полосовой технологии с боковым распылом рекомендуется устанавливать парные односторонние адаптеры с перемещением от центра рядка на расстоянии S . Пятно распыла рабочей жидкости в таком случае выглядит следующим образом (рис. 5а–с).

При увеличении расстояния S наблюдается сокращение ширины необработанных участков в межполосном пространстве, а при $S = 0,15$ м обеспечивается полное слияние пятен распыла от соседних парных форсунок (см. рис. 5с).

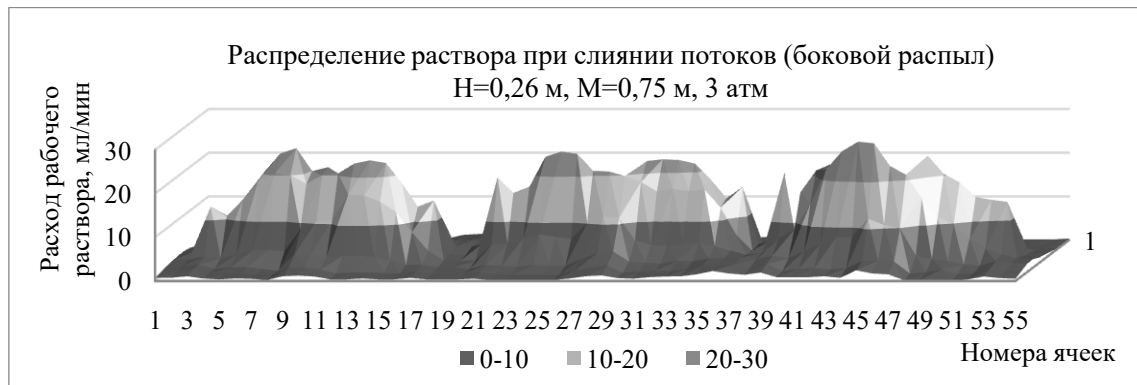


Рисунок 4. Распределение рабочей жидкости по поверхности гребней от трех пар распылителей по полосовой технологии с боковым распылом, установленных через 0,75 м
Figure 4. Distribution of working fluid on the surface of the ridges from three pairs of sprayers according to the strip technology with side spray, installed after 0.75 m

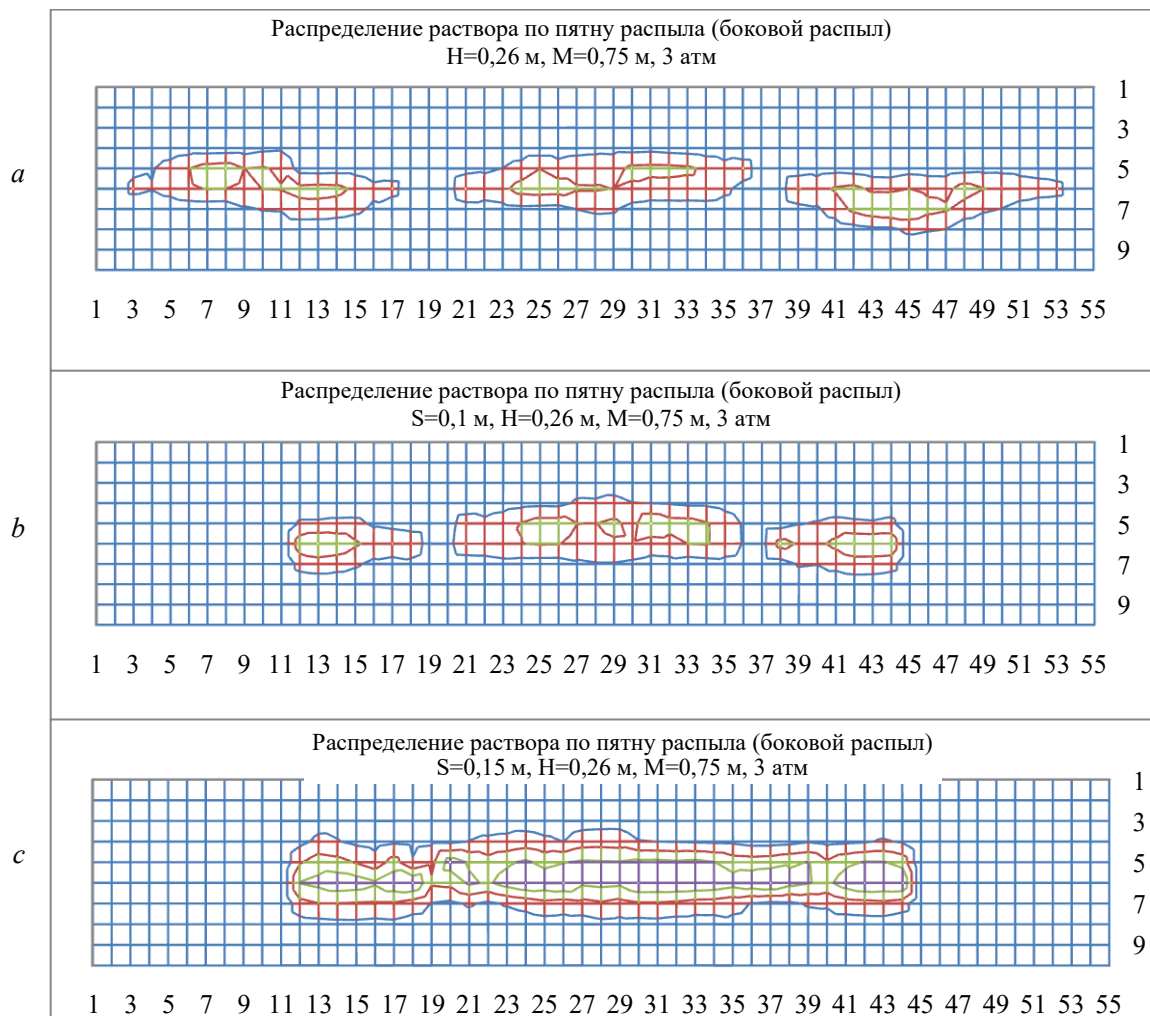
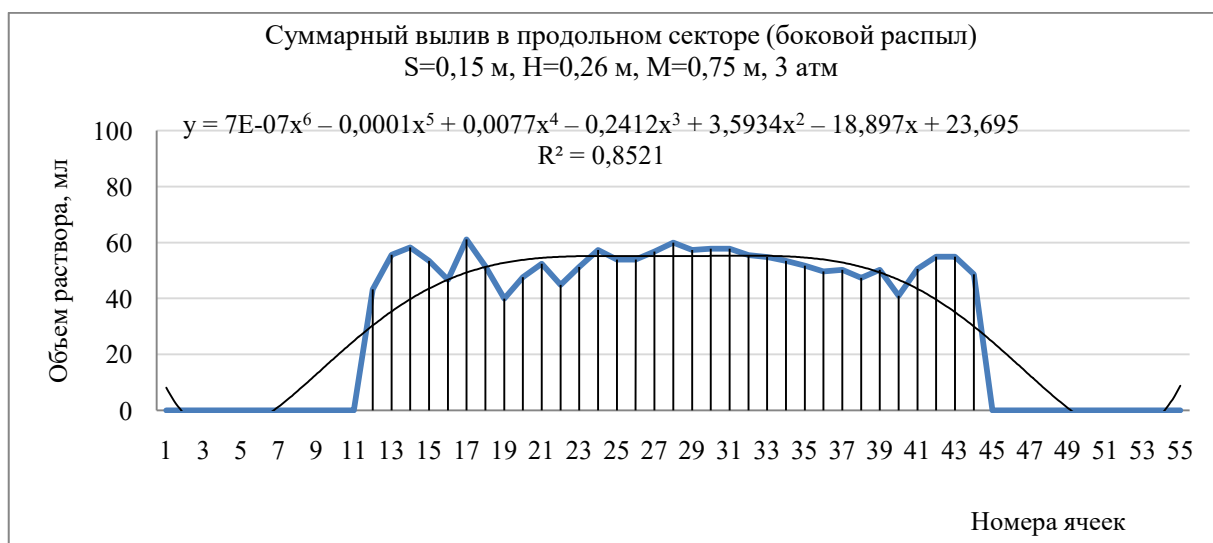


Рисунок 5. Распределение раствора по пятну распыла от соседних форсунок парных односторонних адаптеров (от распылителей 2,3,4,5 (см. рис. 1): *a* – для расстановки парных односторонних адаптеров по центру междурядий; *b* – для расстановки парных односторонних адаптеров с перемещением от центра междурядий на 0,1 м; *c* – для расстановки парных односторонних адаптеров с перемещением от центра междурядий на 0,15 м
Figure 5. Distribution of the solution on the spray spot from adjacent nozzles of paired one-way adapters (from nozzles 2,3,4,5 (see Fig. 1): *a* – for arrangement of paired one-way adapters in the center of the rows; *b* – for arrangement of paired one-sided adapters with movement from the center of spacing by 0.1 m; *c* – for arrangement of paired one-sided adapters with movement from the center of spacing by 0.15 m

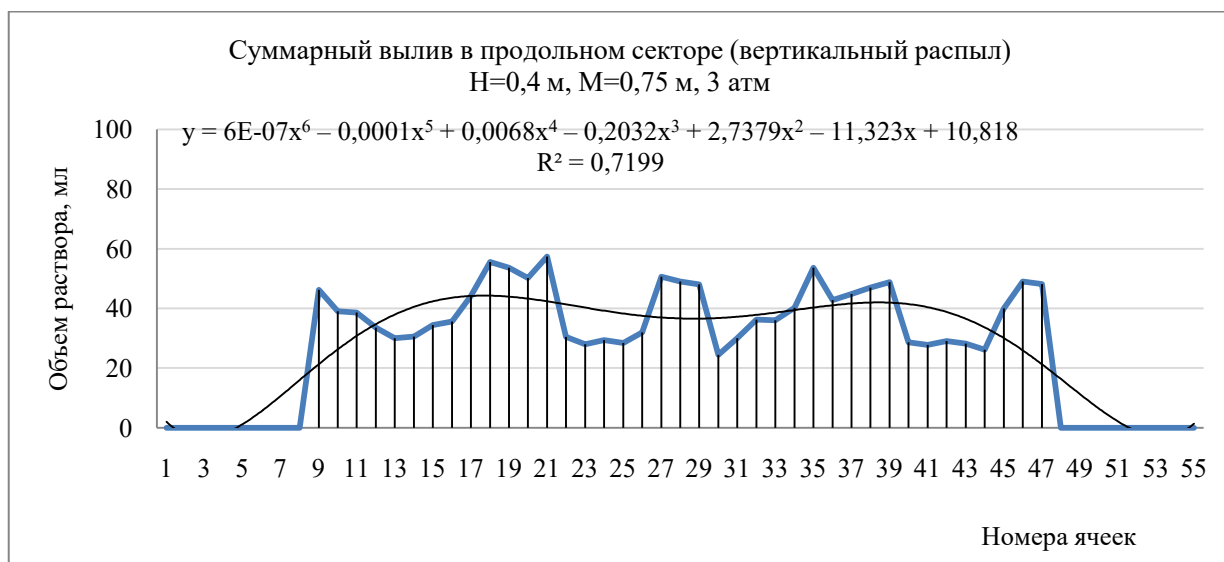
Суммарный вылив по горизонтальной направляющей по номерам ячеек представлен на рисунке 6: для сплошного опрыскивания способом полосовой обработки (рис. 6a) и способом вертикального опрыскивания (рис. 6b).

Из графиков распределения рабочей жидкости видно, что оба способа позволяют выполнить полное покрытие рабочим раствором по ширине междурядья. Способ бокового распыла способствует сокращению расстояния

между распылителем и обрабатываемой поверхностью. Для исследуемых параметров (междурядье 0,75 м, давление в системе 3 атм) лучшие показатели по сокращению высоты опрыскивания показал способ бокового распыла. Расстояние сократилось с 0,4 до 0,26 м (на 35%). Это позволит капле быстрее достигать цели, а значит, снос рабочего раствора и испарение водной части капли уменьшится, качественные показатели опрыскивания улучшатся.



a



b

Рисунок 6. Суммарный вылив по продольным участкам гребня от способа распыла:
a — для полосового способа с боковым распылом с перемещением парных односторонних адаптеров на 0,15 м; b — для вертикального способа с установкой распылителей через 0,5 м

Figure 6. Total overspill along the longitudinal sections of the ridge from the spraying method:
a — for the strip method with side spraying with the movement of paired one-sided adapters by 0.15 m; b — for vertical method with installation of sprayers in 0.5 m

Способ бокового распыла способствует более равномерному распределению вносимого препарата по поверхности почвы. На основании анализа полученных результатов (см. рис. 6а, б) при одинаковом давлении в системе (3 атм) по ширине междурядья отклонение объема рабочего раствора составило для способа бокового распыла ± 20 мл, а для способа вертикального распыла ± 36 мл, что свидетельствует о преимуществах способа бокового распыла, обеспечивающего равномерное распределение.

Выводы. Способ полосового опрыскивания с боковым распылом позволяет проводить как полосовую по рядам, так и сплошную обработку. Для этого необходимо провести настройку опрыскивателя, заключаю-

щуюся в перемещении парных односторонних адаптеров от центра рядка на расстояние $S=0,15$ м (на $0,075$ м в каждую сторону). Учитывая технологические параметры вертикальных перемещений штанги во время движения опрыскивателя, минимальная высота опрыскивания для сплошной обработки гербицидами в фазе «до всходов» полосовым способом с боковым распылом составляет $0,26$ м, что на 35% меньше этих значений при применении вертикального способа опрыскивания ($0,4$ м). Способ бокового распыла позволяет вносить средства защиты и питания растений более равномерно, что способствует повышению эффективности технологии возделывания культур.

Список литературы

1. Новиков А. А. Географическое направление весенних и летних посадок картофеля на черноземах обыкновенных // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 1(65). С. 122–131. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-11. EDN: CETCIE
2. Гонова О. В. Малыгин А. А. Современные подходы к совершенствованию агротехнологий в картофелеводстве // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2021. № 2(66). С. 102–107. DOI: 10.6060/snt.20216602.00014. EDN: IKINSS
3. Курмашева Н. Г., Авсахов Ф. Ф. Влияние минеральных удобрений на урожайность картофеля // АгроЭкоИнфо. 2024. № 2(62). С. 13. EDN VWIWBU
4. Водосберегающая технология возделывания картофеля с применением современных мелиорантов / А. Е. Новиков, В. А. Цепляев, С. Я. Семененко, А. Н. Цепляев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 1(79). С. 13–21. DOI: 10.32786/2071-9485-2025-01-01. EDN: EMJNZ
5. Агроэкологическая Оценка перспективных сортов картофеля и особенности агротехники на светло-каштановых почвах Волгоградской области / А. Е. Новиков, А. А. Новиков, О. Г. Гиченкова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3(67). С. 14–24. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-01. EDN: BAMYIZ
6. An assessment of potato cultivation and storage for improving potato productivity in West Bengal / Ja.P. Kundu, M.Ch. Das, B. Sarkar // Potato Journal. 2025. Vol. 52. No. 1. DOI: 10.56093/potatoj.v52i1.156177. EDN: QBZDZP
7. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Соколов Д. А. Технология избирательного воздействия как реализация принципов зеленой экономики при производстве пропашных культур // Вестник аграрной науки Дона. 2023. Т. 16. № 3(63). С. 16–26. DOI: 10.55618/20756704_2023_16_3_16-26. EDN: GNNXBT
8. Технологические особенности полосового опрыскивания картофеля с применением ленточного способа по гребневой технологии / М. В. Мезникова, И. Б. Борисенко, Д. В. Скрипкин, Д. А. Соколов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 2(80). С. 379–390. DOI: 10.32786/2071-9485-2025-02-40. EDN: YBENYZ
9. Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Белоусов С. В. Влияние объемного 3-D эффекта на качественные показатели опрыскивания при внесении пестицидов полосовым методом // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 175. С. 41–55. DOI: 10.21515/1990-4665-175-003. EDN: HGZNFH
10. Банадысев С. А. «Антистресс» для картофеля в жару и засуху // Наше сельское хозяйство. 2022. № 9(281). С. 40–46. EDN WEPLJP
11. Gultom S.R., Hamdani Ja.S., Kusumiyati K. High temperature in potato: plant responses and adaptive cultivation strategies to increase production // Kultivasi. 2025. Vol. 24. No. 2. Pp. 156–168. DOI: 10.24198/kultivasi.v24i2.63168. EDN: LENDBB

References

1. Novikov AA. Geographical direction of spring and summer planting of potatoes on ordinary chernozem. *Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2022;(1);122–131. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-11. EDN: CETCIE.
2. Gonova OV, Malygin AA. Modern approaches to improving agricultural technologies in potato growing. *Modern high technologies. Regional application*. 2021;(2):102–107. (In Russ.). DOI: 10.6060/snt.20216602.00014. EDN: IKINSS
3. Kurmasheva NG, Avsakhov FF. The effect of mineral fertilizers on potato yields. *AgroEcoInfo*. 2024;(2):13. (In Russ.). EDN: VWIWBU
4. Novikov AE, Tseplyaev VA, Semenenko SYa, Tseplyaev AN. Water-saving technology of potato cultivation with the use of modern ameliorants. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2025;(1):13–21. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2025-01-01. EDN: EMJNWZ
5. Novikov AE, Novikov AA, Gichenkova OG [et al.]. Agroecological Assessment of promising potato varieties and features of agricultural technology on light chestnut soils of the Volgograd region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2022;(3):14–24. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2022-03-01. EDN: BAMYIZ
6. Kundu JaP, Das MCh, Sarkar B. An assessment of potato cultivation and storage for improving potato productivity in West Bengal. *Potato Journal*. 2025;52(1). DOI: 10.56093/potatoj.v52i1.156177. EDN: QBZDZP
7. Borisenko IB, Meznikova MV, Sokolov DA. Selective impact technology as an implementation of green economy principles in row crop production. *Don agrarian science bulletin*. 2023;16(3):16–26. (In Russ.). DOI: 10.55618/20756704_2023_16_3_16-26. EDN: GNNXBT
8. Meznikova MV, Borisenko IB, Skripkin DV, Sokolov DA. The technological peculiarities of the potatoes strip spraying with application of the banding method on the ridge technology. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2025;(2):379–390. DOI: 10.32786/2071-9485-2025-02-40. EDN: YBENYZ
9. Borisenko IB, Meznikova MV, Belousov SV. The effect of the volumetric 3-D effect on the qualitative indicators of spraying when applying pesticides by the strip method. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2022;(175):41–55. DOI: 10.21515/1990-4665-175-003. EDN: HGZNFH
10. Banadysev SA. "Antistress" for potatoes in heat and drought. *Nashe sel'skoe khozyajstvo*. 2022;(9):40–46. EDN: WEPLJP
11. Gultom SR, Hamdani JaS, Kusumiyati K. High temperature in potato: plant responses and adaptive cultivation strategies to increase production. *Kultivasi*. 2025;24(2):156–168. DOI: 10.24198/kultivasi.v24i2.63168. EDN: LENDBB

Сведения об авторах

Борисенко Иван Борисович – заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, главный научный сотрудник кафедры земледелия и агрохимии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет», SPIN-код: 6532-2117, Scopus ID: 57200112191, Researcher ID: AAQ-2310-2021

Мезникова Марина Викторовна – доктор технических наук, профессор кафедры технических систем в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет», SPIN-код: 8687-8844, Scopus ID: 57212199815, Researcher ID: AAQ-2284-2021

Скрипкин Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, научный сотрудник центра разработки и апробации сельскохозяйственных машин и оборудования НИИ фундаментальных и прикладных агробиотехнологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет», SPIN-код: 3628-3127

Гагарина Елена Викторовна – младший научный сотрудник отдела оросительных мелиораций, Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова», SPIN-код: 4357-9412

Information about the authors

Ivan B. Borisenko – Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Department of Agriculture and Agrochemistry, Volgograd State Agrarian University, SPIN-code: 6532-2117, Scopus ID: 57200112191, Researcher ID: AAQ-2310-2021

Marina V. Meznikova – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Technical Systems in the Agro-Industrial Complex, Volgograd State Agrarian University, SPIN-code: 8687-8844, Scopus ID: 57212199815, Researcher ID: AAQ-2284-2021

Dmitry V. Skripkin – Candidate of Technical Sciences, Researcher of the center of development and approbation of agricultural machinery and equipment at the Research Institute of Fundamental and Applied Agro-biotechnologies, Volgograd State Agrarian University, SPIN-code: 3628-3127

Elena V. Gagarina – Junior Researcher at the Irrigation Reclamation Department, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov", SPIN-code: 4357-9412

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 23.06.2026;
одобрена после рецензирования 14.07.2026;
принята к публикации 21.07.2026.*

*The article was submitted 23.06.2026;
approved after reviewing 14.07.2026;
accepted for publication 21.07.2026.*

Научная статья

УДК 620.22

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-101-108

Перколяционные модели для описания теплопроводности полимерных конструкционных материалов

Заира Муссавна Жирикова^{✉1}, Владимир Закиевич Алоев²Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{✉1}zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5268-5545>²aloev56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5080-4133>

Аннотация. Статья посвящена проблеме теплопроводности конструкционных полимерных материалов, используемых в узлах трения сельскохозяйственных машин. В процессе эксплуатации рабочие органы и подвижные соединения испытывают чрезмерный нагрев. В результате этого в их объеме могут развиваться деструкционные процессы, приводящие к выходу из строя механизмов и конструкций, поэтому без количественного описания теплопроводности полимерных композитов невозможно их практическое применение. В данной работе используется перколяционная модель. В рамках теории перколяции предложены модели случайной сверхпроводящей сетки (ССС) и случайной сетки резисторов (ССР). Показано, что первая модель применима к описанию теплопроводности углепластиков на основе фенилона ниже порога перколяции, а вторая – выше порога перколяции. В обоих случаях коэффициент теплопроводности достаточно хорошо согласуется с теоретической оценкой, т.е. наблюдается их линейная корреляция. Полученные результаты позволяют выяснить физическую природу механизмов, теплопереноса, соответствующих моделям СССР и ССР. В случае СССР теплоперенос через волокна реализуется мгновенно, и поэтому величина теплопроводности лимитируется теплопереносом через участки полимерной матрицы, разделяющие волокна. В модели ССР теплоперенос реализуется через места контакта волокон.

Ключевые слова: теплопроводность, теория перколяции, фенилон, углеродные волокна, модуль упругости, фрактальные размерность

Для цитирования: Жирикова З. М., Алоев В. З. Перколяционные модели для описания теплопроводности полимерных конструкционных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 101–108. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-101-108

Original article

Percolation models for describing the thermal conductivity of polymer structural materials

Zaira M. Zhirikova^{✉1}, Vladimir Z. Aloeov²Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue,
Nalchik, Russia, 360030^{✉1}zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5268-5545>²aloev56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5080-4133>

Abstract. The article is devoted to the problem of thermal conductivity of structural polymer materials used in friction units of agricultural machinery. During operation, the working bodies and movable joints experience excessive heat. As a result, destructive processes can develop in their volume, leading to the failure of mechanisms and structures. Therefore, without a quantitative description of the thermal conductivity of polymer composites, their practical application is impossible. For this purpose, the percolation model is used in this work. Within the framework of percolation theory, models of a random superconducting grid (RSG) and a random grid of resistors (RGR) are proposed. It is shown that the first model is applicable to the description of thermal conductivity of carbon fiber plastics based on phenylene below the percolation threshold, and the second above the percolation threshold. It turns out that in both cases the coefficient of thermal conductivity agrees fairly well with the theoretical estimate, i.e. their linear correlation is observed. The results obtained make it possible to clarify the physical nature of the heat transfer mechanisms corresponding to the RSG and RGR models. In the case of RSC, heat transfer through the fibers is realized instantly and therefore the amount of thermal conductivity is limited by heat transfer through the sections of the polymer matrix separating the fibers. In the RGR model, heat transfer is realized through the contact points of the fibers.

Keywords: thermal conductivity, percolation theory, phenylene, carbon fibers, modulus of elasticity, fractal dimension

For citation: Zhirikova ZM, Aloev VZ. Percolation models for describing the thermal conductivity of polymer structural materials. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):101–108. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-101-108

Введение. Известно, что полимерные конструкционные материалы, используемые в узлах трения сельскохозяйственных машин, обладают низкой тепло- и температуропроводностью, что вызывает опасность чрезмерного нагрева рабочих органов и подвижных соединений под действием механических нагрузок [1]. В результате этого в их объеме могут развиваться деструктивные процессы, приводящие к ухудшению механических триботехнических характеристик материалов и выходу из строя механизмов и конструкций [2]. Поэтому без данных количественного описания теплопроводности полимерных композитов невозможно их практическое применение.

В настоящее время существует большое количество моделей для описания теплопроводности полимерных композитов. Наиболее часто для этих целей используются подход, основанный на допущении, что композитные материалы можно рассматривать как систему сопротивлений [3]. Подобный подход является универсальным для любого явления проводимости. В работах [4, 5] исследована теплопроводность полимерных композитов в рамках фрактального анализа, в которых для описания системы частиц (агрегатов частиц) наполнителя используется фрактальная размерность каркаса частиц наполнителя. Подобное описание можно получить приме-

нием двух предельных случаев: случайной сетки резисторов (ССР) и случайной сверхпроводящей сетки (ССС). Каждому из указанных предельных случаев соответствует определенная модель в рамках теории перколяции. В связи с этим **целью настоящей работы** является применение теории перколяции для количественного описания теплопроводности полимерных композитов на основе фенилона.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве полимерного связующего использован ароматический полиамид-фенилон С-2 (ТУ 6-05-226-72), имеющий температуру стеклования 553К, в виде мелкодисперсного порошка с насыпной плотностью 330 кг/м³. Наполнителем служит высокомолекулярное углеродное волокно (УВ) марки «Урал 15», имеющее диаметр 7–9 мкм, длину 3 мм, плотность 1320 кг/м³. Массовое содержание УВ в исследуемых образцах составляло 15%, что соответствует объемному наполнению $\phi_n \approx 0,115$.

Образцы для испытаний готовили «сухим» способом, включающим смешение компонентов во вращающемся электромагнитном поле. Для этого в реактор загружали порошкообразный полимер, УВ и неравновесные ферромагнитные частицы длиной 40 мм. Далее реактор помещали в расточку генератора элек-

ромагнитного аппарата. Под воздействием вращающегося электромагнитного поля ферромагнитные частицы начинают вращаться, сталкиваясь между собой, в результате чего УВ равномерно (хаотически) распределяются в полимерной матрице. В результате соударений частицы истираются, и продукты износа попадают в композицию. Для удаления ферромагнитных частиц после смешивания использовали два метода: магнитной и механической сепарации [6].

Определение коэффициента теплопроводности композитов производилось на измерителе ИТ-λ-400 согласно ГОСТ 23630.2-79. Для измерений использовались образцы в форме диска диаметром $15 \pm 0,3$ мм, высотой $3 \pm 0,1$ мм. Контактная поверхность исследуемого образца была ровной, гладкой, не имеющей раковин, трещин и других дефектов, а торцы были перпендикулярны к продольной оси образца.

Результаты исследования. В рамках теории перколяции авторы [7] предложили уравнение для определения модуля упругости E_k углепластиков на основе фенилона:

$$\frac{E_k}{E_m} 1 + 11\varphi_n^{1,7}, \quad (1)$$

где

E_k и E_m – модули упругости полимерного композита и матричного полимера соответственно;

φ_n – объемное содержание наполнителя.

Уравнение (1) может быть использовано для расчета эффективной объемной степени наполнителя $\varphi_n^{\text{эф}}$, которая отражает структуру системы волокон наполнителя, определяющую макроскопические свойства полимерного композита (в данном случае E_k).

В рамках теории перколяции параметр $\varphi_n^{\text{эф}}$ эквивалентен эффективной доле твердотельной компоненты ρ в случайной смеси, т. е., $\varphi_n^{\text{эф}} = \rho$. Кроме того, представляет интерес сравнение этого параметра с фрактальной размерностью каркаса частиц наполнителя D_k , которую можно определить из уравнения [8]:

$$\varphi_n^{\text{эф}} = \frac{1,20(D_k - 2)}{d_n} \quad (2)$$

где

d_n – фрактальная размерность поверхности частиц (агрегатов) наполнителя.

Корреляция структурных характеристик системы (каркаса) волокон в углепластиках на основе фенилона ρ и D_k приведена на рис. 1.

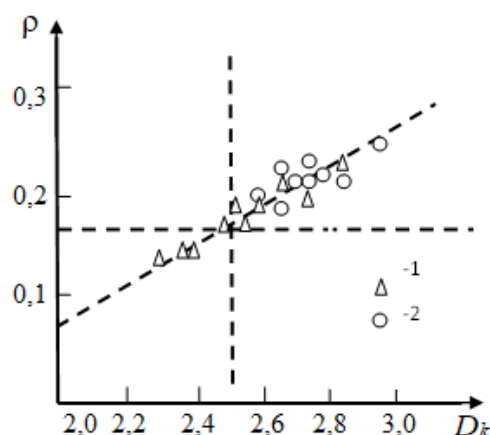


Рисунок 1. Зависимость концентрации твердотельной компоненты ρ от фрактальной размерности каркаса волокон D_k для углепластиков на основе фенилона, полученных различными способами сепарации (1 – магнитная, 2 – механическая). Горизонтальная штриховая линия указывает порог перколяции ρ_c , вертикальная – размерность кластера Виттена – Сандера

Figure 1. Dependence of the concentration of the solid-state component ρ on the fractal dimension of the D_k fiber frame for fenilon-based carbon plastics obtained by various separation methods (1 – magnetic, 2 – mechanical). The horizontal dashed line indicates the percolation threshold ρ_c , the vertical line is the dimension of the Witten – Sander cluster

Из рисунка 1 видно, что наблюдается линейный рост концентрации ρ твердотельной компоненты (наполнителя) по мере увеличения фрактальной размерности каркаса частиц наполнителя D_k . Поскольку величина D_k изменяется в пределах $2,0 \leq D_k \leq 3,0$ [4], это дает возможность оценить вариацию значений ρ в интервале $0,060 \div 0,264$. Аналитически корреляция между $\rho = \varphi_n^{\text{эф}}$ и D_k выражается уравнением [9]:

$$\varphi_n^{\text{эф}} = 0,06 + 0,204(D_k - 2). \quad (3)$$

Необходимо отметить, что порог перколяции ρ_c по схеме касающихся сфер, равный 0,16 [7], достигается при $D_k = 2,50$, т. е. когда размерность каркаса волокон становится равной размерности кластера Виттена – Сандера [10]. Значительная анизотропия волокон (среднее отношение длины волокна к ее диаметру примерно равно 300) приводит к тому,

что величина ρ в значительной степени определяется их ориентацией.

Авторы [11] рассматривали величину концентрации наполнителя ρ в направлении, параллельном оси образца. Увеличение фактора ориентации волокон η в этом направлении фактически означает повышение эффективной степени наполнения в этом направлении, а соответствующее снижение – в перпендикулярном. Подтверждение этому предположению дает график (рис. 2), где приведена зависимость $\rho(\eta)$.

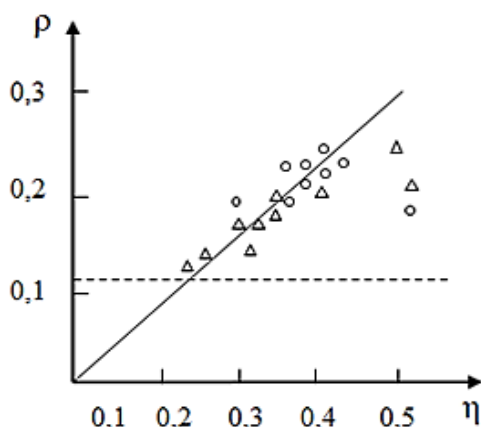


Рисунок 2. Зависимость плотности наполнителя от фактора ориентации для углепластиков на основе фенилона, полученных различными способами сепарации (1 – магнитная, 2 – механическая)

Figure 2. Dependence of filler density on orientation factor for phenol-based carbon plastics obtained by various separation methods (1 – magnetic, 2 – mechanical)

Как можно видеть, получен линейный рост ρ по мере увеличения η . Кроме того, график (рис. 2) показывает, что при номинальном значении $\rho = \rho_n$ уже существует определенная ориентация волокон ($\eta \approx 0,15$).

В работе [12] показано, что теплопроводность λ_T в рамках предельного случая ССС можно описать следующим перколяционным соотношением:

$$\lambda_T \approx (\rho_c - \rho)^{-s} \quad (4)$$

для случая $\rho < \rho_c$, а в пределе ССР – соотношением:

$$\lambda_T \approx (\rho - \rho_c)^\mu \quad (5)$$

для случая $\rho > \rho_c$.

Показатели в соотношениях (4) и (5) определяются следующим образом. Величина S равна [12]:

$$S = [d_u - (d - 2)]v_n, \quad (6)$$

где

d_u – фрактальная размерность неэкранированного (доступного для теплопереноса) периметра каркаса волокон;

d – фрактальная размерность евклидова пространства, в котором рассматривается фрактал;

v_n – перколяционный индекс, равный 0,88.

Очевидно, в рассматриваемом случае $d=3$ размерность d_u определяется согласно уравнению [13]:

$$d_u = (D_k - 1) + \left(\frac{d - D_k}{d_w} \right), \quad (7)$$

где

d_w – размерность блуждания на фрактале, которую можно определить по правилу Александра – Орбаха согласно уравнению [13]:

$$d_w = \frac{3D_k}{2}. \quad (8)$$

Существует еще один вариант оценки d_w [12]:

$$d_w = d - d_u. \quad (9)$$

Показатель степени μ в уравнении (5) определяется согласно следующему уравнению [12]:

$$\mu = [(d_w - D_k) - (d - 2)]v_n. \quad (10)$$

Сравнение экспериментальных λ_T и теоретических значений коэффициента теплопроводности λ_T^T , рассчитанных по уравнениям (4) и (5) для моделей ССС и ССР, приведены на рисунке 3.

В обоих случаях величина λ_T достаточно хорошо согласуется с теоретической оценкой согласно указанным соотношениям, т.е., наблюдается линейная корреляция, проходящая через начало координат.

Чтобы рассчитать величины λ_T^T в тех же единицах, в которых были определены экспериментальные значения λ_T , были получены постоянные коэффициенты для соотношений (4) и (5), равные соответственно 0,25 и 3,42 Вт/м·К.

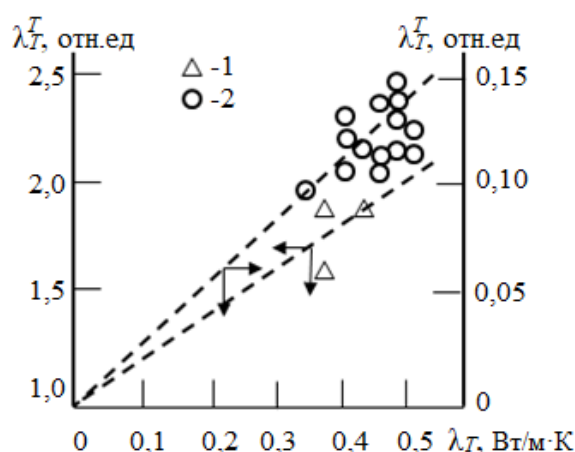


Рисунок 3. Сравнение экспериментальных λ_T и рассчитанных согласно соотношениям (4) и (5) λ_T^T величин коэффициента теплопроводности для углепластиков на основе фенолона, полученных различными способами сепарации (1 – магнитная, 2 – механическая)

Figure 3. Comparison of experimental λ_T and the values of the thermal conductivity coefficient calculated according to correlations (4) and (5) λ_T^T for carbon fiber plastics based on fenilon obtained by various separation methods (1 – magnetic, 2 – mechanical)

Приведенное на рисунке 4 сравнение рассчитанных таким образом величин λ_T^T и λ_T показало их хорошее соответствие – среднее

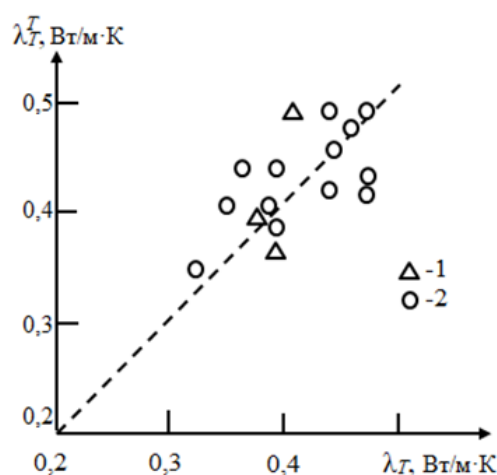


Рисунок 4. Зависимость коэффициента теплопроводности полимерного композита на основе фенолона, полученных теоретически и экспериментально различными способами сепарации (магнитная – 1 и механическая – 2)

Figure 4. Dependence of the coefficient of thermal conductivity of a polymer composite based on fenilon obtained theoretically and experimentally by various separation methods (magnetic – 1 and mechanical – 2)

расхождение менее 10%. Если учесть, что точность экспериментального определения λ_T составляет 4–8% [14], то предложенная методика может быть использована для прогнозирования коэффициента теплопроводности углепластиков.

Анализ полученных результатов позволяет выяснить физическую природу механизмов теплопереноса, соответствующих предельным случаям ССС и ССР. В случае ССС ($\rho < \rho_c$) теплоперенос через волокна наполнителя реализуется мгновенно, поскольку они полагаются сверхпроводниками, и поэтому величина λ_T лимитируется теплопереносом через участки полимерной матрицы, разделяющие волокна. Поскольку плотность заполнения полимерной матрицы волокнами определяется размерностью D_k , то чем выше D_k (и ρ), тем меньше эти участки и тем больше λ_T . В пределе ССР ($\rho > \rho_c$) теплоперенос реализуется через места контакта волокон и снова определяется величиной D_k , поскольку из уравнения (7) следует увеличение d_u по мере роста D_k . На рис. 5 приведена зависимость λ_T (ρ) для рассматриваемых углепластиков. Как можно видеть, в общем случае величина λ_T в модели ССР выше, чем в модели ССС, но у порога перколяции ($\rho = \rho_c = 0,16$) эти значения примерно одинаковы. Аналогичный вид будет иметь зависимость λ_T (D_k) в силу линейной корреляции между ρ и D_k (рис. 1).

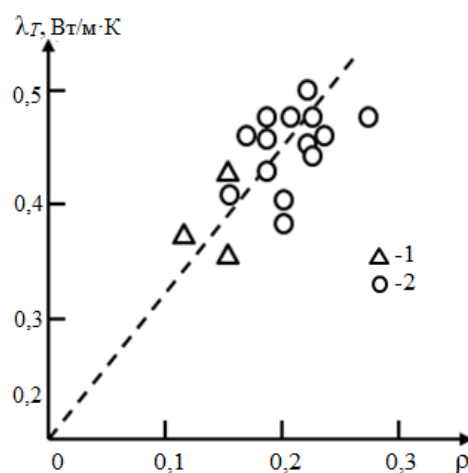


Рисунок 5. Влияние плотности наполнителя ρ на коэффициент теплопроводности λ_T полимерного композита на основе фенолона полученных различными способами смешения

Figure 5. Effect of filler density on the thermal conductivity coefficient of a polymer composite based on fenilon obtained by various displacement methods

Выводы. Полученные в работе результаты показали, что эффективная степень наполнения, эквивалентная концентрации твердой компоненты в теории перколяции, варьируется при одинаковом номинальном содержании наполнителя в зависимости от

условий приготовления композита. Перколяционная модель в обоих предельных случаях ССС и ССР может быть использована для описания и прогнозирования коэффициента теплопроводности углепластиков.

Список литературы

1. Фатхуллин А. О возможности применения полимерных композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2016. № 2. С. 21–32. EDN: VVILFX
2. Трибологические характеристики органопластиков на основе фенилона / А. И. Буря, О. А. Набережная, В. И. Теренин, А. М. В. Томина // Problems of friction and wear. 2015. № 3. С. 51–55.
3. Жирикова З. М., Алоев В. З. Влияние углеродных волокон на коэффициент теплопроводности полимерных композитов конструкционного назначения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 3(49). С. 112–119. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-112-118. EDN: UHNATQ
4. Алоев В. З., Жирикова З. М. Исследование теплопроводности полимерных композитов на основе фенилона в рамках фрактального анализа // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. 2026. Т. 16. № 1. С. 5–9. EDN: CFEUOQ
5. Козлов Г. В., Яновский Ю. Г., Карнет Ю. Н. Структура и свойства дисперсно-наполненных композитов: фрактальный анализ. Москва: Альянстрасатом, 2008. 363 с. ISBN: 978-5-9900706-4-6. EDN: QJVOQN
6. Козлов Г. В., Буря А. И., Алоев В. З., Яновский Ю. Г. Структурный аспект межфазной адгезии в углепластиках // Физическая мезомеханика. 2005. Т. 8. № 2. С. 35–38. EDN: ILFYCT
7. Козлов Г. В., Долбин И. В. Перколяционные модели для описания степени усиления модуля упругости высоконаполненных нанокомпозитов полиуретан/графен // Прикладная физика. 2017. № 3. С. 96–99. EDN: YTYNYZ
8. Буря А. И., Козлов Г. В., Рула И. В. Обобщенная методика оценки содержания межфазных областей в полимерных композитах // Новости науки Преднепровья. 2004. № 3. С. 8–11.
9. Kozlov G.V., Burya A.I., Zaikov G.E. An efficiency of polymer composites filling by short fibres. In book: Molecular and High Molecular Chemistry: Theory and Practice. 2006. Pp. 131–138.
10. Sander L.M. Diffusion-limited aggregation: A kinetic critical phenomenon? Contemporary Physics. 2010. Vol. 41. No. 4. Pp. 203–218. DOI: 10.1080/001075100409698
11. Исследование теплофизических характеристик углепластиков, приготовленных во вращающемся электромагнитном поле / А. И. Буря, Г. В. Козлов, Л. Р. Вишняков, И. В. Рула // Теория и практика технологий производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов. Корпоративные нано- и CALS-технологии в наукоемких отраслях промышленности (ТПКММ): труды 4-й Междунар. конф. (26–29 апр., 2005, Москва). Москва, 2005. С. 67–72.
12. Буря А. И., Козлов Г. В. Синергетика и фрактальный анализ полимерных композитов, наполненных короткими волокнами. Днепропетровск: Пороги, 2008. 258 с.
13. Козлов Г. В., Алоев В. З. Теория перколяции в физико-химии полимеров. Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2005. 148 с. ISBN 5-93680-154-3:200
14. Исследование теплофизических свойств органопластиков на основе фенилона, армированного волокном лолы / А. И. Буря, А.-М. В. Томина, Е. Н. Волнянко, В. И. Теренин // Полимерные материалы и технологии. 2018. Т. 4. № 4. С. 72–77. DOI: 10.32864/polymmattech-2018-4-4-72-77. EDN: YTQVTN

References

1. Fathullin A. On the possibility of using polymer composite materials in agricultural engineering. *Sel'skohozyajstvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont*. 2016;(2):21–32. (In Russ.). EDN: VVILFX
2. Burya AI, Naberezhnaya OA, Terenin VI, Tomina AMV. Tribological characteristics of organoplastics based on fenilon. *Problems of friction and wear*. 2015;(3):51–55. (In Russ.)

3. Zhirikova ZM, Aloev VZ. The effect of carbon fibers on the thermal conductivity coefficient of polymer composites for structural purposes. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov* 2025;(3):112–119. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-112-118. EDN: UHNATQ
4. Aloev VZ, Zhirikova ZM. Study of thermal conductivity of fenilon-based polymer composites within the framework of fractal analysis. *Proceeding of the Kabardino-Balkarian state university*. 2026;16(1):5–9. (In Russ.). EDN: CFEUOQ
5. Kozlov GV, Yanovsky YuG, Karnet YuN. *Struktura i svoystva dispers-no-napolnennykh kompozitov: fraktal'nyj analiz* [Structure and properties of dispersed-filled composites: fractal analysis]. Moscow: Al'yanstransatom, 2008. 363 p. ISBN: 978-5-9900706-4-6. (In Russ.). EDN: QJVOQN
6. Kozlov GV, Burya AI, Aloev VZ, Yanovskij YuG. The structural aspect of interfacial adhesion in carbon plastics. *Fizicheskaya mezomekhanika*. 2005;8(2):35–38. (In Russ.). EDN: ILFYCT
7. Kozlov GV, Dolbin IV. Percolation models for describing the degree of amplification of the elastic modulus of high-filled polyurethane-praphene nanocomposites. *Prikladnaya Fizika*. 2017;(3):96–99. (In Russ.). EDN: YTYNYZ
8. Burya AI, Kozlov GV, Rula IV. Obobshchennaya metodika ocenki sodержaniya mezhfaznykh oblastej v polimernykh kompozitah. *Novosti nauki Predneprov'ya*. 2004;(3):8–11. (In Russ.)
9. Kozlov GV, Burya AI, Zaikov GE. An efficiency of polymer composites filling by short fibres. In book: *Molecular and High Molecular Chemistry: Theory and Practice*. 2006. Pp. 131–138.
10. Sander LM. Diffusion-limited aggregation: A kinetic critical phenomenon? *Contemporary Physics*. 2010;41(4):203–218. DOI: 10.1080/001075100409698
11. Burya AI, Kozlov GV, Vishnyakov LR, Rula IV. Study of thermophysical characteristics of carbon fiber reinforced plastics prepared in a rotating electromagnetic field. *Teoriya i praktika tekhnologij proizvodstva izdelij iz kompozicionnykh materialov i novykh metallicheskih splavov. Korporativnye nano- i CALS-tekhnologii v naukoemkikh otraslyah promyshlennosti» (TPKMM) (26–29 apr., 2005, Moskva): trudy 4-j Mezhdunar. konf.* [Proceedings of the 4th Int. Conf. "Theory and Practice of Manufacturing Technologies for Products from Composite Materials and New Metal Alloys. Corporate Nano- and CALS-technologies in Science-Intensive Industries" (TPKMM), April 26–29, 2005, Moscow]. Moscow. 2005. Pp. 67–72. (In Russ.)
12. Burya AI, Kozlov GV. *Sinergetika i fraktal'nyj analiz polimernykh kompozitov, napolnennykh korotkimi voloknami* [Synergetics and fractal analysis of polymer composites filled with short fibers]. Dnepropetrovsk: Porogi, 2008. 258 p. (In Russ.)
13. Kozlov GV, Aloev VZ. *Teoriya perkolyacii v fiziko-himii polimerov* [Percolation theory in the physical chemistry of polymers]. Nalchik: Poligrafservis i T, 2005. 148 p. ISBN 5-93680-154-3:200. (In Russ.)
14. Burya AI, Tomina A-MV, Volnyanko EN, Terenin VI. Investigation of the thermophysical properties of organoplastics based on fenilon reinforced by lola fiber. *Polimernye materialy i tekhnologii*. 2018;4(4):72–77. (In Russ.). DOI: 10.32864/polymmattech-2018-4-4-72-77. EDN: YTQVTN

Сведения об авторах

Жирикова Заира Муссавна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4378-8131, Scopus ID: 55558043600, Researcher ID: AAF-3690-2022

Алоев Владимир Закиевич – доктор химических наук, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4533-8035, Scopus ID: 6505993830, Researcher ID: AAF-3822-2022

Information about the authors

Zaira M. Zhirikova – Candidate of Physic-mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4378-8131, Scopus ID: 55558043600, Researcher ID: AAF-3690-2022

Vladimir Z. Aloe – Doctor of Chemical Sciences, Professor of the chair of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4533-8035, Scopus ID: 6505993830, Researcher ID: AAF-3822-2022

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 22.04.2026;
одобрена после рецензирования 05.05.2026;
принята к публикации 11.06.2026.*

*The article was submitted 22.04.2026;
approved after reviewing 05.05.2026;
accepted for publication 11.06.2026.*

Научная статья

УДК 631.342:634.8

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-109-118

Обоснование динамических параметров серповидного режущего ножа виноградочеканочной машины

Эльвира Германовна Коцоева¹, Лиана Георгиевна Нартикоева²,
Таймураз Асланбекович Уртаев^{✉3}

Горский государственный аграрный университет, улица Кирова, 37, Владикавказ, Россия, 362040

¹elviragermanovna@mail.ru

²nartikoeva65@bk.ru

^{✉3}tamu_1984@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9586-0862>

Аннотация. В статье решается проблема динамической неустойчивости привода виноградочеканочной машины, возникающей при срезании зеленых виноградных побегов из-за циклических ударных нагрузок. Традиционные способы стабилизации (установка дополнительного маховика или фазовое рассогласование ножей) усложняют конструкцию и увеличивают металлоемкость. В качестве решения предложен альтернативный способ стабилизации вращения, заключающийся в использовании серповидного режущего ножа в качестве инерционного стабилизатора (встроенного маховика) на приводном валу для выравнивания крутящего момента, что исключает необходимость установки отдельного инерционного элемента. Экспериментально определено усилие резания лозы диаметром 14 мм, составившее $F=171,3$ Н. Для ножа диаметром 215 мм и минимальной технологической толщиной 6 мм, вращающегося с частотой $52,33$ с⁻¹, выполнен расчет момента инерции. Результаты расчета энергетического баланса показывают, что при массе $m=0,86$ кг нож не обеспечивает требуемой равномерности вращения. Расчетный коэффициент неравномерности вращения приводного вала составляет $\delta=0,180$, что значительно превышает допустимые нормы. При увеличении массы до 3,8 кг δ снижается до 0,03, что соответствует рекомендуемым отраслевым нормативам диапазона 0,02–0,04. Полученные результаты подтверждают, что целенаправленный подбор массы и момента инерции рабочего органа позволяет эффективно сглаживать импульсные технологические нагрузки, упрощая конструкцию, снижая ее металлоемкость и стоимость без ухудшения динамических характеристик привода. Предложенный подход позволяет отказаться от установки отдельного маховика, упрощая кинематическую схему и снижая стоимость конструкции без ухудшения динамических характеристик привода. Практическая значимость работы заключается в разработке методики параметрического расчета режущих органов виноградочеканочных машин, выполняющих совмещенную функцию маховика.

Ключевые слова: режущий аппарат, виноградочеканочная машина, серповидный нож, динамические нагрузки, неравномерность вращения, маховик, момент инерции, коэффициент неравномерности, инерционный аккумулятор

Для цитирования: Коцоева Э. Г., Нартикоева Л. Г., Уртаев Т. А. Обоснование динамических параметров серповидного режущего ножа виноградочеканочной машины // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 109–118. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-109-118

Original article

Justification of dynamic parameters of a crescent-shaped cutter blade for a vine shoot trimming machine

Elvira G. Kotsoeva¹, Liana G. Nartikoeva², Taimuraz A. Urtaev^{✉3}

Gorsky State Agrarian University, 37 Kirov Street, Vladikavkaz, Russia, 362040

¹elviragermanovna@mail.ru

²nartikoeva65@bk.ru

^{✉3}tamu_1984@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-9586-0862>

Abstract. The article addresses the problem of drive dynamic instability in a vine shoot trimming machine, which occurs when cutting green grape shoots due to cyclic impact loads. Traditional stabilization methods – installing an additional flywheel or phase misalignment of the blades – complicate the design and increase metal consumption. As an alternative solution, a method of rotation stabilization is proposed that uses the crescent-shaped cutter blade itself as an inertial stabilizer (integrated flywheel) on the drive shaft to smooth the torque, thereby eliminating the need for a separate inertial element. The cutting force for a vine shoot with a diameter of 14 mm was experimentally determined to be 171.3 N. For a blade with a diameter of 215 mm and a minimum technological thickness of 6 mm, rotating at a frequency of 52.33 s⁻¹, the moment of inertia was calculated. Energy balance calculations showed that with a blade mass of 0.86 kg, the rotation irregularity coefficient of the drive shaft is $\delta=0.180$, which significantly exceeds the permissible limits. When the mass is increased to 3.8 kg, δ decreases to 0.0300, which corresponds to the industry-recommended range of 0.02–0.04. The obtained results confirm that targeted selection of the working element's mass and moment of inertia makes it possible to smooth effectively the impulse technological loads, simplifying the design, reducing its metal consumption and cost without deteriorating the drive's dynamic characteristics. The proposed approach eliminates the need for a separate flywheel, simplifying the kinematic scheme and reducing the design cost without compromising the drive's dynamic performance. The practical significance of the work lies in developing a methodology for parametric calculation of the cutting elements of vine shoot trimming machines that perform the combined function of a flywheel.

Keywords: cutting apparatus, vine shoot trimming machine, crescent-shaped blade, dynamic loads, rotation irregularity, flywheel, moment of inertia, irregularity coefficient, inertial accumulator

For citation: Kotsoeva EG, Nartikoeva LG, Urtaev TA. Justification of dynamic parameters of a crescent-shaped cutter blade for a vine shoot trimming machine. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):109–118. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-119-118

Введение. Повышение эффективности возделывания винограда в Республике Северная Осетия – Алания в условиях растущего рыночного спроса напрямую связано с внедрением прогрессивных технологий и механизацией наиболее трудоемких технологических операций. Одной из важнейших операций является контурная чеканка виноградных кустов. Данный агротехнический прием заключается в целенаправленном удалении верхних частей вегетативных побегов с целью оптимизации продуктивности куста (соотношение генеративной и вегетативной частей) [1].

В процессе эксплуатации опытных образцов виноградоочеканочных машин выявлена устойчивая техническая проблема значительной неравномерности вращения приводного вала, вызванная импульсным характером нагрузки при срезании побегов. Вопросы механизации виноградарства, включая формирование виноградных кустов, рассматривались в работах [1–4]. Исследованию рабочих органов и обоснованию их режимных параметров посвящены труды [2, 4–6]. Методические подходы к исследованию таких машин разработаны в [1]. Реализация данного процесса сопряжена с серьезными техническими труд-

ностями, главной из которых является низкий ресурс силовых приводов. Причина заключается в возникновении значительных циклических и ударных динамических нагрузок, обусловленных взаимодействием острых кромок ножей с твердым материалом виноградных стеблей [7, 8].

Каждый акт срезания побега генерирует кратковременный импульс крутящего момента, передающийся через кинематическую цепь на двигатель. Такая циклическая ударная нагрузка приводит к нарушению кинематики, усилению вибрации конструкции, ускоренному усталостному износу и росту эксплуатационных затрат и надежности виноградоочесочной машины в целом. В дальнейшем возникает необходимость в применении более мощных и дорогих приводов или в поиске альтернативных инженерных решений для стабилизации нагрузок [9].

Традиционный способ инженерного решения данной проблемы сглаживания аналогичных импульсных нагрузок предполагает установку отдельного маховика на вал – инерционного аккумулятора, который способен частично выровнять колебания за счет накопления и отдачи кинетической энергии. Метод эффективен, но приводит к усложнению кинематической схемы, увеличению ее массы, габаритов, стоимости агрегата, необходимости балансировки.

Альтернативным инженерным решением является фазовое рассогласование нескольких режущих органов. Этот метод позволяет распределить пиковые нагрузки во времени, однако предъявляет высокие требования к точности изготовления, усложняет сборку и балансировку узла, не устраняя саму проблему пиковой нагрузки на каждый отдельный нож [8]. Ни один из этих способов не предполагает использования самого рабочего органа как элемента, способного выполнять функцию стабилизатора.

В качестве альтернативы выдвигается гипотеза о том, что целенаправленное увеличение момента инерции серповидного режущего ножа (за счет толщины) позволит использовать его в качестве встроенного маховика, эффективно стабилизирующего привод.

Таким образом, актуальной научнотехнической задачей является разработка ди-

намического и конструктивного решения, позволяющего повысить агротехническое качество чеканки, надежность и экономическую эффективность механизации процесса чеканки виноградников без радикального усложнения конструктивно-кинематической схемы режущего аппарата минимизировать циклические нагрузки.

Цель исследования – теоретическое исследование и экспериментальное обоснование альтернативного способа выравнивания нагрузки на привод виноградоочесочной машины за счет использования серповидного ножа в качестве встроенного маховика.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование проводилось методом теоретического моделирования, экспериментальных исследований и аналитических расчетов. В настоящее время детально изучена кинематика и динамика режущих пар, вопросы снижения энергоемкости процесса резания за счет оптимизации геометрии лезвия, выбора материалов и скоростных режимов [3, 9, 10]. Основные параметры рабочих органов именно виноградоочесочных машин обоснованы в [3]. Однако в данных исследованиях режущий орган рассматривается как объект, создающий возмущающее действие, а не как потенциальный элемент системы его гашения.

Исследования по динамике машин и современные исследования надежности [7, 9] рассматривают вибрации и ударные нагрузки как вредный фактор, для борьбы с которым предлагается использовать внешние по отношению к рабочему органу средства. В литературе детально описаны упругие и демпфирующие муфты, виброизоляторы, гидравлические и пневматические амортизаторы, принцип действия которых основан на рассеянии энергии колебаний [11]. Эти решения эффективны, но обладают общим недостатком: они усложняют конструкцию, увеличивают ее стоимость, массу и требуют дополнительного обслуживания.

Объектом исследования в данной статье является режущий аппарат виноградоочесочной машины с четырехножевой роторной головкой, схематичное изображение которого представлено на рисунке 1.

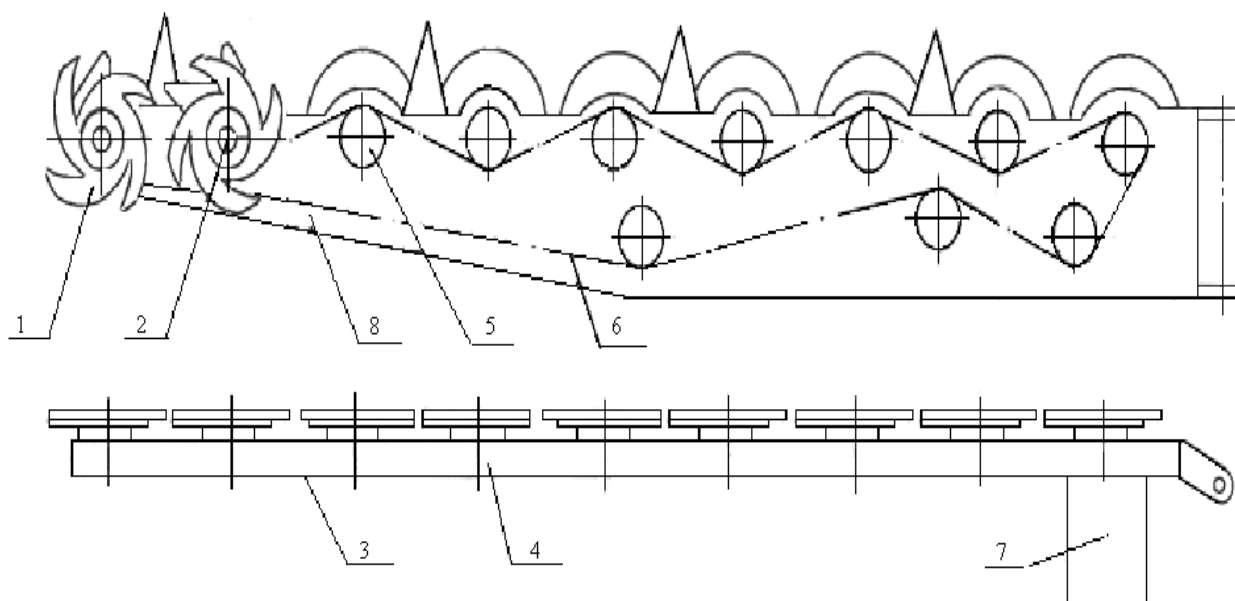


Рисунок 1. Схема режущего аппарата виноградоchеканочной машины с четырехножевой роторной головкой:

1 – серповидный нож; 2 – вал; 3 – опоры; 4 – корпус агрегата; 5 – приводные звездочки;
6 – цепь; 7 – двигатель; 8 – противорежущие ножи

Figure 1. Diagram of the cutting unit of a vine shoot trimming machine with a four-blade rotary head:

1 – sickle-shaped knife; 2 – shaft; 3 – supports; 4 – unit body; 5 – drive sprockets;
6 – chain; 7 – engine; 8 – counter-cutting knives

В ходе технологического процесса чеканки перерезание лозы происходит в результате встречного взаимодействия движущейся режущей кромки активного ножа с кромкой неподвижной противорежущей пластины. Возникающие в этот момент пиковые нагрузки негативно действуют на работоспособность цепной передачи и двигателя, существенно снижая их надежность в эксплуатации. Разработке подобных конструктивных решений посвящены работы [5, 6, 12].

Для выравнивания нагрузки рассматривалось два способа: установка отдельного маховика и использование инерционности самого активного ножа. Второй способ признан предпочтительным, так как не ведет к усложнению конструкции.

Основные параметры исследуемого ножа приведены в таблице 1.

Технологический процесс осуществляется прерывисто. Статический и динамический дисбаланс масс вращающихся ножевых секций генерирует неуравновешенные центробежные силы, возрастающие квадратично с увеличением частоты вращения, что индуцирует дополнительные циклические напряжения в опорных узлах валов и резьбовых

соединениях крепления [9]. Таким образом, основным недостатком существующей конструкции является наличие значительных пиковых нагрузок, вызванных процессом резания.

Таблица 1. Параметры ножа
Table 1. Blade parameters

Параметр	Значение
Наружный диаметр D, мм	215
Количество лезвий	4
Номинальная частота вращения n, об/мин	500
Угловая скорость ω , рад/с	52,33
Минимальная технологическая толщина b, мм	6
Материал ножа	Сталь 65Г
Плотность стали ρ , кг/м ³	7800
Диаметр центрального отверстия, мм	30
Диаметр крепежных отверстий, мм	8 (3шт)
Угол выреза между лезвиями, град	30
Угол лезвийного сектора, град	60

Экспериментальные исследования по определению усилия резания F виноградной лозы проведены в научно-исследовательской лаборатории малой механизации Горского ГАУ. Образцами для экспериментов являлись однолетние вызревшие побеги винограда диаметром $14 \pm 1,2$ мм естественной влажности 52–58%, отобранные на виноградниках Пригородного района РСО – Алании.

При проведении эксперимента использовались стандартные методы измерения максимального усилия в момент перерезания побега. Для каждого типоразмера лозы (диаметр d) выполняли десятикратные повторения. Статистическая обработка полученных результатов была выполнена согласно ГОСТ 34100.3-2017 и включала расчет среднего арифметического значения и доверительного интервала. Например, при диаметре лозы $d=14$ мм (характерный размер, соответствующий агротехническим требованиям операции чеканки) среднее усилие резания составило $F=171,3$ Н. Коэффициент вариации не превышал 12%, что объясняется естественной неоднородностью растительных тканей. Доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 составил $\pm 8,2$ Н (при $P=0,95$). Образцы для эксперимента отбирали непосредственно перед испытаниями во избежание влияния потери влаги. Максимальное усилие фиксировали в момент перерезания. Число повторений десятикратное.

Результаты исследования. Методологической основой работы является классическая теория маховых масс машин и механизмов, которая предлагает для сглаживания неравномерности хода использование инерционных накопителей (отдельных маховиков) [11]. Однако это решение способствует добавлению в машину еще одной детали, что увеличивает массу и габариты машины [9]. Критический синтез анализа литературных источников показал, что отсутствует методика на основе классической динамической теории с учетом геометрических параметров (формы и размера) режущего органа.

Для достижения поставленной цели (выравнивания нагрузки на привод) приемлемы два основных инженерных варианта решений, направленных на сглаживание крутящего момента: метод инерционного сглажива-

ния и фазовое рассогласование активных органов.

Метод инерционного сглаживания характеризуется подбором момента инерции маховика I_0 так, чтобы обеспечить приемлемый коэффициент неравномерности « δ » при заданной средней скорости $\omega_{\text{ср}}$.

Метод фазового рассогласования активных органов является кинематическим способом управления нагрузкой, который характеризуется уменьшением моментов возникновения пиковых нагрузок за счет кинематического смещения активных ножей по фазе относительно друг друга.

Критический анализ выявил общий методологический недостаток – оба подхода требуют отдельных физических носителей для функции стабилизации и функции рабочего органа, что приводит к конструктивной избыточности. В качестве альтернативы предлагается концепция функционально-интегрированного элемента, в котором массы, необходимые для выполнения технологического процесса резания лозы, целенаправленно распределяются для одновременного выполнения функции встроенного маховика. Таким образом, серповидный нож становится не только резаком, но и стабилизатором хода.

Для регулирования момента инерции ножа приемлемой остается лишь толщина. Как показала практика, при закалке ножей толщиной менее 6 мм требуются специальные приспособления во избежание коробления.

Критически важным для обоих методов является точное определение работы резания виноградной лозы, так как этот параметр влияет на расчет как момента инерции, так и оптимального угла фазового смещения.

Для определения коэффициента неравномерности вращения необходимо рассчитать работу сил сопротивления A_c , совершаемую за один технологический цикл (срезание одного побега):

$$A_c = F \cdot R \cdot \alpha, \quad (1)$$

где

F – усилие резания, $F = 171,3$ Н;

R – радиус ножа ($R = 0,5D = 0,1075$ м);

α – угол резания (для серповидного лезвия $\alpha = 0,85$ рад);

$$A_c = 175,3 \cdot 0,1075 \cdot 0,85 = 15,65 \text{ Дж.}$$

Основным конструктивным параметром, влияющим на I_m при фиксированном внешнем контуре, является толщина ножа b . Учитывая, что все параметры ножа известны, приняв толщину ножа $b=6$ мм, а также зная номинальную частоту вращения ножей, можно определить момент инерции серповидного ножа-маховика по методике, адаптированной для ротационных рабочих органов сельхозмашин [11], по формуле для тонкого кольца (основная масса сосредоточена на периферии):

$$I_m = \frac{GD^2}{8g}, \quad (2)$$

где

G – вес ножа, Н;

$D = 0,215$ м – диаметр ножа,

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Вес ножа определяли через массу, вычисленную по объему и плотности стали [10]:

$$G = V \cdot \rho \cdot g,$$

где

V – объем ножа;

ρ – плотность материала (сталь);

g – ускорение свободного падения,

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Массу определяли по объему с учетом геометрической формы ножа (коэффициент заполнения 0,535).

Объем ножа приближенно оценивали как объем кольца с внешним диаметром 215 мм, внутренним диаметром (по месту крепления на валу) 50 мм, толщиной $b = 6$ мм с введением коэффициента заполнения $k_{зап} = 0,535$, учитывающего наличие вырезов между лезвиями и отверстий:

$$m = k_{зап} \cdot \pi \cdot (R - r^2) \cdot b \cdot \rho;$$

$$m = 0,535 \cdot 3,14 \cdot (0,1075^2 - 0,025^2) \cdot 0,006 \cdot 7800 = 0,86 \text{ кг.}$$

При плотности стали $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ масса ножа составила $m = 0,86 \text{ кг}$, вес, соответственно, $G = 8,44 \text{ Н}$.

Вычисляем:

$$I_H = \frac{8,44 \cdot 0,046225}{8 \cdot 9,81} = 0,00497 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Определяем приведенный момент инерции технической системы приводного вала с четырьмя ножами-звездочками по формуле:

$$I_{пр} = 4 \cdot I_H \cdot k_{сист},$$

где

$k_{сист}$ – коэффициент, учитывающий инерцию валов и звездочек, $k_{сист} = 1,6$;

$$I_{пр} = 4 \cdot 0,00497 \cdot 1,6 = 0,0318 \text{ кг}^2.$$

Так как в установившемся режиме вся затраченная работа расходуется на резание, принимая эту величину за избыточную работу ΔA , по формуле (3) находим коэффициент неравномерности вращения:

$$\delta = \frac{\Delta A}{I_{пр} \cdot \omega_{ср}^2}, \quad (3)$$

где

$\omega_{ср}$ – угловая скорость вращения ножей,

$\omega_{ср} = 52,33 \text{ рад/с}$;

$$\delta = \frac{\Delta A}{I_m \cdot \omega_{ср}^2} = \frac{15,65}{0,0318 \cdot 52,33^2} = 0,180.$$

На основании полученных результатов исследований выполнен динамический расчет на примере серповидного ножа с конкретными параметрами: диаметром $d = 215$ мм и толщиной $b = 6$ мм, четырьмя лезвиями. При частоте вращения $52,33 \text{ с}^{-1}$ и экспериментально установленном усилии резания лозы (171,3 Н для побега диаметром 14 мм) получено значение коэффициента неравномерности $\delta = 0,180$.

Рекомендуемый коэффициент равномерности должен находиться в диапазоне $\delta \leq 0,02 - 0,04$ [11]. Как видим, расчетная величина этого коэффициента в 4,5 раза превышает допустимую норму, что свидетельствует о том, что нож не способен эффективно аккумулировать кинетическую энергию в период холостого хода и отдавать ее в момент пикового сопротивления резанию. Следовательно, необходимо увеличение мо-

мента инерции ножа. Принимая $\delta = 0,03$ (середина рекомендуемого диапазона), из формулы (1) определяем требуемый момент инерции:

$$I_{\text{треб}} = \frac{\Delta A}{\omega^2 \cdot \delta_{\text{норм}}} = \frac{15,65}{2738,4 \cdot 0,03} = 0,1905 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

С учетом того, что момент инерции валов и звездочек $I_{\text{вал}} = 0,015 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ остается неизменным, требуемый момент инерции четырех ножей равен:

$$4 \cdot I_{\text{нтр}} = I_{\text{тр}} - I_{\text{вал}} = 0,1905 - 0,015 = 0,1755 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

$$I_{\text{нтр}} = \frac{0,1755}{4} = 0,0439 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Вычисляем требуемую массу одного ножа при сохранении геометрии:

$$m_{\text{треб}} = \frac{4 \cdot I_{\text{нтр}}}{D^2} = \frac{4 \cdot 0,0439}{0,046225} = 3,8 \text{ кг}.$$

Принимаем массу ножа $m = 3,8 \text{ кг}$. В этом случае проверяемый момент инерции утяжеленного ножа составит:

$$I_{\text{нтр}} = \frac{3,8 \cdot 0,046225}{4} = 0,04939 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

суммарный момент инерции системы:

$$I_{\text{пр}} = 4 \cdot 0,04939 + 0,015 = 0,1906 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

коэффициент неравномерности после утяжеления:

$$\delta = \frac{15,65}{0,1906 \cdot 2738} = 0,03.$$

Полученное значение $\delta = 0,03$ находится в пределах рекомендуемых отраслевых нормативов 0,02–0,04, что подтверждает эффективность предложенного решения.

Сравнительный анализ предлагаемого метода стабилизации привода с традиционными инженерными решениями представлен в таблице 2. Анализ данных таблицы 2 показывает преимущества предлагаемого решения: высокую эффективность при минимальном увеличении массы, технологичность (отсутствие необходимости в дополнительных узлах или прецизионной сборке) и низкую стоимость реализации.

Выводы. Теоретически и экспериментально доказана эффективность альтернативного способа стабилизации работы привода.

Таблица 2. Сравнительный анализ методов стабилизации
Table 2. Comparative analysis of stabilization methods

Параметр	Отдельный маховик	Фазовое рассогласование	Встроенный маховик (предлагаемый)
Принцип действия	Инерционное сглаживание	Кинематическое распределение	Функциональное совмещение
Эффективность	Высокая для низкочастотных колебаний	Средняя, зависит от количества ножей	Высокая, подтверждена расчетом ($\delta = 0,0300$)
Влияние на массу	Значительное увеличение	Не увеличивает	Минимальное (оптимизация толщины)
Технологичность	Требуется дополнительный узел	Требуется высокой точности изготовления	Стандартная технология изготовления
Стоимость	Высокая (дополнительная деталь + монтаж)	Средняя (прецизионная обработка)	Низкая (оптимизация существующей детали)
Эксплуатация	Дополнительные нагрузки на подшипники	Требуется периодической проверки фаз	Без дополнительных требований

Разработана методика динамического обоснования параметров серповидного режущего ножа виноградоочеканочной машины, позво-

ляющая на этапе проектирования определить его необходимый момент инерции для обеспечения требуемой неравномерности враще-

ния привода. Расчетным путем для ножа диаметром 215 мм и минимальной технологической толщиной 6 мм, вращающегося с частотой $52,33 \text{ с}^{-1}$, определен коэффициент неравномерности вращения приводного вала для исходной конструкции $\delta = 0,180$, что превышает нормативные требования ($\delta \leq 0,04$). После увеличения массы ножа до 3,8 кг δ снижается до 0,03, что свидетельствует о норме после стабилизации.

Теоретически и экспериментально доказано, что собственной инерционности активного ножа с рассчитанными параметрами достаточно для эффективного сглаживания циклических нагрузок. Это подтверждает, что активный нож с выбранными параметрами эффективно выполняет функцию встроенного маховика, аккумулируя кинетическую энергию в фазе холостого хода и отдавая ее в момент преодоления пикового сопротивления резанию. Предложенное решение позволяет

отказаться от установки отдельного маховика. В результате упрощается кинематическая схема, снижается масса, металлоемкость и стоимость конструкции при сохранении ее динамической устойчивости и надежности. Режущий орган с рассчитанными геометрическими параметрами успешно аккумулирует кинетическую энергию, сглаживая пиковые нагрузки от резания виноградной лозы.

Предложены конкретные инженерные решения по увеличению толщины штатного ножа от 4–5 мм до 6 мм с корректировкой термообработки. Перспективным направлением дальнейших исследований является оптимизация материала ножа (например, применение композитных структур со стальной основой и периферийной вставкой из тяжелого сплава (вольфрам, тантал)). Это позволяет максимизировать момент инерции при минимальном росте габаритов и массы.

Список литературы

1. Комплекс машин для ухода за посадочным материалом в горном садоводстве / И. Х. Бидеева, С. И. Бидеев, А. Б. Кудзаев [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. № 10. С. 10–11. EDN: HVTQEH
2. Технологические свойства продуктов переработки винограда машинной уборки / Н. М. Агеева, Э. М. Соболев, О. Р. Таланян [и др.] // Виноделие и виноградарство СССР. 1982. № 5. С. 26–30. EDN: WDDCL
3. Догода П. А., Догода А. П., Красовский В. В. Комплекс машин, обеспечивающий экологически безопасную энергосберегающую технологию возделывания многолетних насаждений // Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения: сборник научных трудов IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Хазретали Умаровича Бугова. Нальчик, 2020. С. 88–92. EDN: PQEGSH
4. Кудзиев К. Д., Кубалов М. А. Обоснование параметров стряхивателя плодуборочной машины // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, заслуженного работника сельского хозяйства РСО-Алания, кавалера Ордена Трудового Красного Знамени, профессора Газданова Азана Владимировича. Владикавказ, 2025. С. 66–68. EDN: ESEIMM
5. Красовский В. В., Трофимов И. М., Завалий А. А. Теоретический анализ режущего инструмента ротационно-ножевого типа для обрезки многолетних растений // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2025. № 43(206). С. 172–181. EDN: XZGPD
6. Шекихачев Ю. А., Магомедов Ф. М. Математическое моделирование процесса удаления растительности при проведении мелиоративных работ // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 118–127. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-118-127. EDN: GEJBJQ
7. Егожев А. М., Егожев А. А., Апхутов Х. А. Усталостная прочность ответственных соединений деталей сельскохозяйственных машин и агрегатов // Инновационные решения в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Нальчик, 2025. С. 173–176. EDN: SMZXCXV

8. Технологическое и техническое обеспечение повышения эффективности интенсивного горного и предгорного садоводства / А. Л. Хажметова, А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев [и др.] // Техника и оборудование для села. 2019. № 6(264). С. 23–28. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-6-23-28. EDN: NERVCY
9. Повышение эксплуатационной надежности соединений деталей почвообрабатывающих машин и агрегатов / А. М. Егожев, М. Х. Мисиров, А. А. Егожев, Х. А. Апхудов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 3(49). С. 105–111. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-105-111. EDN: FNKCEV
10. Основные направления повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, В. Б. Дзуганов [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2022. № 4(52). DOI: 10.51419/202124418. EDN: YBMHMC
11. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. Москва: Альянс, 2011. 639 с. EDN: QNDDNL
12. Обоснование параметров и режимов работы универсальной измельчающей машины / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Р. А. Балкаров [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2023. № 3(72). С. 128–137. DOI: 10.34655/bgsha.2023.72.3.015. EDN: OOMTHE

References

1. Bideeva IKh, Bideev SI, Kudzaev AB [et al.]. *Kompleks mashin dlya ukhoda za posadochnym materialom v gornom sadovodstve* [Complex of machines for caring for planting material in mountain horticulture]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva*. 2006;(10):10–11. (In Russ.). EDN: HVTQEH
2. Ageeva NM, Sobolev EM, Talanyan OR [et al.]. *Tekhnologicheskie svoystva produktov pererabotki vinograda mashinnoj uborki* [Technological properties of processed products of machine-harvested grapes]. *Vinodelie i vinogradarstvo SSSR*. 1982;(5):26–30. (In Russ.). EDN: WDDCL
3. Dogoda PA, Dogoda AP, Krasovsky VV. A complex of machines providing environmentally safe energy-saving technology of cultivation of permanent plants. *Energoberezhenie i energoeffektivnost': problemy i resheniya. Sbornik nauchnykh trudov IX Vserossiyskoj (natsional'noj) nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya Zasluzhennogo deyatelya nauki i tekhniki RF, doktora tekhnicheskikh nauk, professora Khazretali Umarovicha Bugova* [Energy saving and energy efficiency: problems and solutions. Collection of scientific papers of the IX All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Honored Scientist and Engineer of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor Khazretali Umarovich Bugov]. Nalchik, 2020. Pp. 88–92. (In Russ.). EDN: PQEGSH
4. Kudziev KD, Kubalov MA. Justification of the parameters of the shaker of a fruit harvesting machine. *Aktual'nye problemy sel'skokhozyajstvennoj nauki i proizvodstva: materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya zaslužennogo rabotnika vysshej shkoly RF, zaslužennogo rabotnika sel'skogo khozyajstva RSO – Alaniya, kavalera Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni, professora Gazdanova Azana Vladimirovicha* [Actual problems of agricultural science and production: materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of the Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Republic of North Ossetia-Alania, Knight of the Order of the Red Banner of Labor, Professor Azan Vladimirovich Gazdanov]. Vladikavkaz, 2025. Pp. 66–68. (In Russ.). EDN: ESEIMM
5. Krasovsky V, Trofimov I, Zavaliy A. Theoretical analysis of a rotary-knife cutting tool for pruning perennial plants. *Transactions of Taurida agricultural science*. 2025;(43):172–181. (In Russ.). EDN: XZGPD
6. Shekikhachev YuA, Magomedov FM. Mathematical modeling of the process of vegetation removal during land reclamation works. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Koko*. 2022;(2):118–127. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-118-127. EDN: GEJBJQ
7. Egozhev AM, Egozhev AA, Apkhudov KhA. Fatigue strength of critical joints of agricultural machinery parts and aggregates. *Innovatsionnye resheniya v stroitel'stve, prirodoobustroystve i mekhanizatsii sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva: materialy V Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovative solutions in construction, environmental management and mechanization of agricultural production: Proceedings of the V All-Russian scientific and practical conference]. Nalchik, 2025. Pp. 173–176. EDN: SMZXC
8. Khazhmetova AL, Apazhev AK, Shekikhachev YuA [et al.]. Technological and technical support for improving the efficiency of intensive mountain and foothill gardening. *Machinery and equipment for rural area*. 2019;(6):23–28. (In Russ.). DOI: 10.33267/2072-9642-2019-6-23-28. EDN: NERVCY

9. Egozhev AM, Misirov MKh, Egozhev AA, Apkhudov KhA. Improving the operational reliability of joints of parts of tillage machines and aggregates. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2025;(3):105–111. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-105-111. EDN: FNKCEV

10. Apazhev AK, Shekikhachev YuA, Dzuganov VB [et al.]. The main directions for increasing the efficiency of the use of agricultural machinery. *AgroEkoInfo*. 2022;(4). (In Russ.). DOI: 10.51419/202124418. EDN: YBMHMC

11. Artobolevsky II *Teoriya mekhanizmov i mashin* [Theory of mechanisms and machines]. Moscow: Al'yanS, 2011. 639 p. (In Russ.). EDN: QNDDNL

12. Apazhev AK, Shekikhachev YuA, Balkarov RA [et al.]. Justification of the parameters and modes of operation of the universal grinding machine. *Vestnik of Buryat state academy of agriculture named after V. Philippov*. 2023;(3):128–137. (In Russ.). DOI: 10.34655/bgsha.2023.72.3.015. EDN: OOMTHE

Сведения об авторах

Кочеева Эльвира Германовна – старший преподаватель кафедры техники и технологии наземного транспорта, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 8777-9945

Нартикоева Лиана Георгиевна – старший преподаватель кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 6435-2814

Уртаев Таймураз Асланбекович – кандидат технических наук, доцент кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 7380-6906, Researcher ID: AAD-5477-2022

Information about the authors

Elvira G. Kotsoeva – Senior Lecturer, Department of Land Transport Engineering and Technology, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 8777-9945

Liana G. Nartikoeva – Senior Lecturer, Department of Technical Systems in Agribusiness, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 6435-2814

Taimuraz A. Urtaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 7380-6906, Reseacher ID: AAD-5477-2022

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 15.07.2026;
одобрена после рецензирования 04.08.2026;
принята к публикации 11.08.2026.

The article was submitted 15.07.2026;
approved after reviewing 04.08.2026;
accepted for publication 11.08.2026.

Научная статья

УДК 631.317:621.9.01

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-119-127

Обоснование компоновки роторов в рабочих органах садовой фрезы

Мухамад Хусаинович Мисиров^{✉1}, Артур Мухамедович Егожев²,
Хасан Асланович Апхудов³

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

^{✉1}misir56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9752-1184>

²artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107>

³aphudov07@mail.ru <https://orcid.org/0009-0007-0134-0444>

Аннотация. Применение ножей с наклонными режущими кромками в садовых фрезах с вертикальной осью вращения улучшает равномерность фрезерования и позволяет направленно перемещать почву. При этом появляется осевая сила фрезерования, отсутствующая при использовании прямых ножей, которая приводит к возникновению значительных реактивных сил, выталкивающих или прижимающих ротор в вертикальном направлении. Это негативно влияет на процесс фрезерования. В двухроторных фрезах появляется возможность компенсировать суммарное осевое усилие. Цель работы – системный анализ всех теоретически возможных компоновок роторов двухроторного фрезерного рабочего органа и разработка методики выбора рациональной схемы. Построена полная матрица из 16 упорядоченных комбинаций, определяемых направлением вращения роторов, ориентацией режущих кромок и вектором осевой силы. Все варианты разделены на два класса: с нулевой суммарной осевой силой (возникает момент пары сил) и с ненулевой суммарной осевой силой. Выделено 10 физически реализуемых комбинаций, включая четыре схемы с идентичными роторами. Для каждой уникальной схемы определен характер отвода почвы, степень унификации ножей и сложность привода. Предложена иерархическая методика выбора компоновки роторов, позволяющая на этапе проектирования обоснованно принимать решения в зависимости от агротехнических требований и производственных ограничений. Схемы с идентичными роторами целесообразны при необходимости минимизировать разброс почвы или создать максимальное усилие прижима.

Ключевые слова: вертикальная садовая фреза, двухроторный фрезерный рабочий орган, наклонная режущая кромка, компенсация осевых сил, идентичные роторы, компоновка ротора

Для цитирования: Мисиров М. Х., Егожев А. М., Апхудов Х. А. Обоснование компоновки роторов в рабочих органах садовой фрезы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 119–127. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-119-127

Original article

Justification for the arrangement of rotors in the working parts of a garden rotary tiller

Mukhamad Kh. Misirov^{✉1}, Artyr M. Egozhev², Khasan A. Apkhudov³

Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue,
Nalchik, Russia, 360030

^{✉1}misir56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9752-1184>

²artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107>

³aphudov07@mail.ru <https://orcid.org/0009-0007-0134-0444>

Abstract. The use of knives with inclined cutting edges in vertical-axis garden tillers improves uniformity of tillage and enables targeted soil movement. This creates an axial milling force, absent with straight knives, which leads to significant reactive forces pushing or pressing the rotor vertically. This negatively impacts the tillage process. Twin-rotor tillers make it possible to compensate for the total axial force. The objective of this study is to systematically analyze all theoretically possible rotor configurations for a twin-rotor tiller and develop a methodology for selecting a rational design. A complete matrix of 16 ordered combinations is constructed, determined by the direction of rotor rotation, the orientation of the cutting edges, and the axial force vector. All variants are divided into two classes: those with zero total axial force (resulting in a moment of a force couple) and those with a non-zero total axial force. Ten physically feasible combinations were identified, including four designs with identical rotors. For each unique design, the soil removal pattern, the degree of blade standardization, and the drive complexity were determined. A hierarchical method for selecting rotor layouts is proposed, enabling informed decisions at the design stage based on agrotechnical requirements and production constraints. Designs with identical rotors are appropriate when it is necessary to minimize soil scattering or maximize downforce.

Keywords: vertical garden rotary tiller, twin-rotor rotary tool, inclined cutting edge, axial force compensation, identical rotors, rotor layout

For citation: Misirov MKh, Egozhev AM, Apkhudov KhA. Justification for the arrangement of rotors in the working parts of a garden rotary tiller. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):119–127. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-119-127

Введение. Механизированная обработка почвы в междурядьях и приствольных полосах плодовых насаждений сопряжена с необходимостью обхода штамбов деревьев, что предъявляет специфические требования к конструкции почвообрабатывающей техники [1–3]. Наиболее адаптивными для таких условий являются садовые фрезы с вертикальной осью вращения рабочего органа. Их ключевым элементом является фрезерный рабочий орган (ФРО) – ротор (барабан) со съёмными ножами [4–6].

Эксплуатация фрез с вертикальной осью вращения выявила проблемы, связанные с колебаниями сил резания, а также с образованием гребней и борозд, вызванных перемещением и разбросом почвы с места резания [7–9].

Эффективность работы фрезы в значительной степени определяется геометрией режущих кромок ножей. Наряду с прямыми ножами ($\lambda = 0$) в конструкциях ФРО широко используются ножи с наклонными (косыми) режущими кромками ($\lambda \neq 0$). Их использование способствует более плавному и равномерному фрезерованию, а также обеспечивает направленное перемещение срезанного пласта почвы [10].

Однако при работе ФРО с наклонными ножами возникает принципиально новый си-

ловой фактор – активная осевая сила фрезерования P_O (рис. 1), направленная вдоль оси вращения ротора. Данная сила, с которой нож воздействует на почву, отсутствует при использовании прямых ножей. Возникающая как реакция на действие осевой силы со стороны обрабатываемой почвы реактивная сила P_X приложена уже к самому ФРО. Реактивная сила равна по величине и противоположна по направлению активной силе $P_O = P_X$ (рис. 1а). В зависимости от сочетания направления вращения и знака угла λ (левый или правый наклон), эта реактивная сила либо выталкивает ФРО из почвы P_B , либо прижимает его $P_{ПР}$ [10]. Эта сила приводит к ряду негативных последствий: нагружает подшипниковые узлы, вал и элементы крепления данного ротора и т.п.

В двухроторных конструкциях, когда два ФРО смонтированы на одной раме, возникает возможность силовой компенсации суммарной осевой силы (достижении $\sum P_X = 0$) при неизбежном появлении момента.

Настоящая работа посвящена системному анализу всех теоретически возможных компоновок двухроторного ФРО при выборе направления вращения и ножей и разработке инженерной методики выбора рациональной схемы.

Цель исследования – теоретическое обоснование и разработка методики выбора рациональной компоновки роторов двухроторного фрезерного рабочего органа садовой фрезы на основе всестороннего анализа всех возможных комбинаций направления вращения, ориентации ножей и векторов осевых сил в целях повышения надёжности и качества работы агрегата.

Задачи исследования:

1) формализовать описание состояния единичного ротора с наклонными ножами как совокупности трёх бинарных признаков: направление вращения ротора (правое – R / левое – L), тип наклона режущей кромки ножа (левый наклон – Lн / правый наклон – Rн), направление вектора реактивной осевой силы P_X (вверх $\uparrow$, $P_X = P_B$ / вниз $\downarrow$, $P_X = P_{пр}$);

2) построить полную матрицу всех теоретически возможных упорядоченных пар состояний для двухроторного агрегата и выделить физически реализуемые схемы компоновки;

3) классифицировать полученные комбинации по силовым характеристикам – суммарной осевой силе $\sum P_X$ и главному моменту M;

4) предложить алгоритм выбора рациональной компоновки в зависимости от агротехнической задачи и конструктивных ограничений;

5) разработать критерии для сравнительной оценки выделенных схем.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектом исследования является двухроторный фрезерный рабочий орган садовой почвообрабатывающей фрезы с вертикальной осью вращения, оснащённый ножами с наклонными режущими кромками. Каждый ротор рассматривается как независимый модуль, характеризующийся тремя указанными параметрами. Исследования проводились с использованием положений теоретической механики и различных видов анализа (комбинаторный, силовой, классификационный, сравнительный).

Результаты исследования. 1. Базовые состояния единичного ротора ФРО. Направление вектора силы P_X однозначно определяется направлением вращения и ориентацией наклонной кромки ножа. На основе анализа работы [10] установлены возможные комбинации направления вращения ротора и наклона режущей кромки (табл. 1). Визуализация данных схем приведена на рисунке 1.

Таблица 1. Базовые состояния единичного ротора
Table 1. Basic states of a single rotor

Код состояния ротора (условное обозначение)	Направление вращения ротора	Наклон режущей кромки ножа	Направление вектора осевой силы P_X	Характер воздействия силы P_X на ФРО
S1	Правое (R)	Левый (Lн)	$\uparrow$ (вверх)	Выталкивание
S2	Правое (R)	Правый (Rн)	$\downarrow$ (вниз)	Прижим
S3	Левое (L)	Левый (Lн)	$\downarrow$ (вниз)	Прижим
S4	Левое (L)	Правый (Rн)	$\uparrow$ (вверх)	Выталкивание

2. Полная матрица комбинаций состояний двухроторного ФРО. Четыре базовых состояния ротора порождают 16 теоретически возможных упорядоченных комбинаций состояний двух роторов. Полный перечень представлен в таблице 2.

2.1. Анализ физической реализуемости. Из 16 теоретически возможных комбинаций 10 являются физически реализуемыми и могут быть использованы для решения конкретных агротехнических задач. К ним относятся: 1) 4 схемы класса K_1 с противоположно направ-

ленными векторами осевых сил (A1, A2, A3, A4); 2) 2 схемы класса K_2 с однонаправленными осевыми силами ($B\downarrow.1$, $B\uparrow.1$); 3) 4 схемы с идентичными роторами, также относящиеся к классу K_2 и отличающиеся кинематикой вращения ($S1|S1$, $S2|S2$, $S3|S3$, $S4|S4$). Они обладают теми же силовыми характеристиками (сонаправленные векторы P_X), что и схемы $B\downarrow.1$ и $B\uparrow.1$, но отличаются полной симметрией и специфической кинематикой вращений. Остальные 6 комбинации (5, 9, 10, 13, 14, 15) являются зеркальными, т. е. повторяемыми.

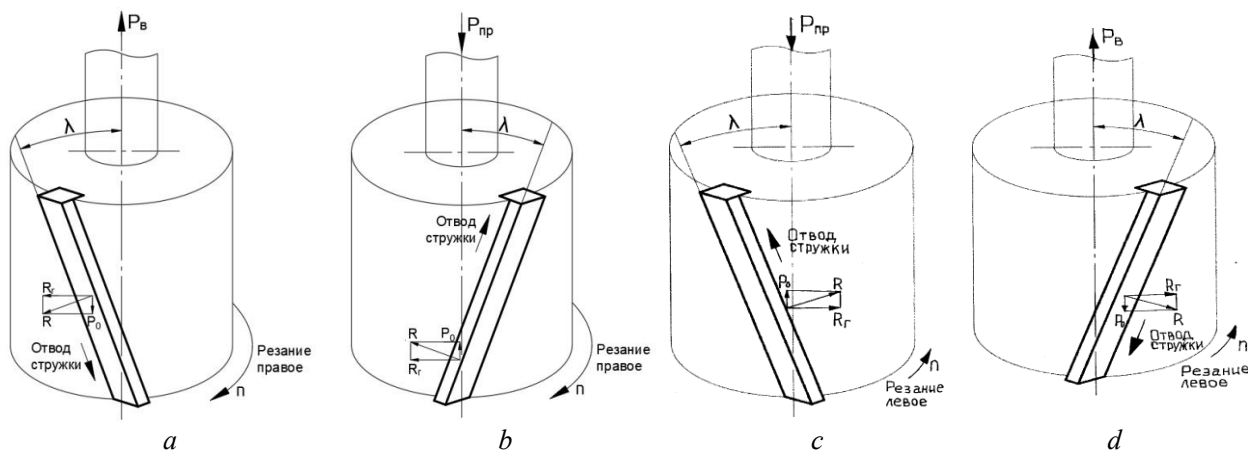


Рисунок 1. Базовые состояния единичного ротора фрезерного рабочего органа с наклонными ножами:

a – S1 (R, L_H); *b* – S2 (R, R_H); *c* – S3 (L, L_H); *d* – S4 (L, R_H)

Figure 1. Basic states of a single rotor of a milling working element with inclined knives:

a – S1 (R, L_H); *b* – S2 (R, R_H); *c* – S3 (L, L_H); *d* – S4 (L, R_H)

Таблица 2. Полная матрица комбинаций состояния двухроторного фрезерного рабочего органа

Table 2. Complete matrix of state combinations of a two-rotor milling working element

№	Комбинация роторов	Направление вектора P_X	Суммарная осевая сила $\sum P_X$	Момент пары сил	Класс	Обозначение схем
1	[S1 S1]	↑, ↑	$+2P_X$	≈ 0	$K_2 \uparrow$	B↑.2 (идентич.)
2	[S1 S2]	↑, ↓	0	$\neq 0$	K_1	A1
3	[S1 S3]	↑, ↓	0	$\neq 0$	K_1	A3
4	[S1 S4]	↑, ↑	$+2P_X$	≈ 0	$K_2 \uparrow$	B↑.1
5	[S2 S1]	↓, ↑	0	$\neq 0$	K_1	A1 (зерк.)
6	[S2 S2]	↓, ↓	$-2P_X$	≈ 0	$K_2 \downarrow$	B↓.2 (идентич.)
7	[S2 S3]	↓, ↓	$-2P_X$	≈ 0	$K_2 \downarrow$	B↓.1
8	[S2 S4]	↓, ↑	0	$\neq 0$	K_1	A4
9	[S3 S1]	↓, ↑	0	$\neq 0$	K_1	A3 (зерк.)
10	[S3 S2]	↓, ↓	$-2P_X$	≈ 0	$K_2 \downarrow$	B↓.1 (зерк.)
11	[S3 S3]	↓, ↓	$-2P_X$	≈ 0	$K_2 \downarrow$	B↓.2 (идентич.)
12	[S3 S4]	↓, ↑	0	$\neq 0$	K_1	A2
13	[S4 S1]	↑, ↑	$+2P_X$	≈ 0	$K_2 \uparrow$	B↑.1 (зерк.)
14	[S4 S2]	↑, ↓	0	$\neq 0$	K_1	A4 (зерк.)
15	[S4 S3]	↑, ↓	0	$\neq 0$	K_1	A2 (зерк.)
16	[S4 S4]	↑, ↑	$+2P_X$	≈ 0	$K_2 \uparrow$	B↑.2 (идентич.)

3. Классификация компоновок. Все 16 комбинаций разделены на два класса по значению суммарной осевой силы $\sum P_X$ (алгебраическая сумма реактивных осевых сил P_X всех роторов). Эта сила определяет общее вертикальное воздействие на раму агрегата и влияет на его устойчивость движения и заглубление.

3.1. Класс K_1 – компоновки с нулевой суммарной осевой силой. Условие: $\sum P_X = 0$ (векторы осевых сил P_X противоположно направлены). Силовая характеристика: главный вектор (суммарная осевая сила) равен нулю, главный момент (пара сил) $\sum M = P_X \times L \neq 0$, где L – расстояние между

осями роторов. Уникальные схемы, т. е. неповторяемые: 4 (A1, A2, A3, A4). Момент воспринимается рамой агрегата и должен учитываться при её расчёте.

3.2. Класс K_2 – компоновки с ненулевой суммарной осевой силой. Условие: $\sum P_X \neq 0$ (векторы осевых сил P_X сонаправленные). Для этого класса суммарная осевая сила $\sum P_X$ является также и результирующей силой системы. Силовая характеристика: суммарная осевая сила равна $\pm 2P_X$, момент пренебрежимо мал (силы практически коллинеарны).

Уникальные схемы: B↓.1 (прижим, $\sum P_X = -2P_X$), B↑.1 (выталкивание, $\sum P_X = +2P_X$), а также четыре схемы с идентичными роторами B↓.2, B↑.2 (S1|S1, S2|S2, S3|S3, S4|S4).

4. **Определение направления отвода почвы.** Направление перемещения срезанного почвенного пласта (отвод почвы) определяется активной силой P_O , приложенной к почве со стороны режущей кромки ножа. Согласно третьему закону Ньютона, активная сила равна по величине и противоположна по направлению реактивной осевой силе P_X , действующей на ротор. Следовательно, вектор направления отвода почвы всегда противоположен вектору осевой силы P_X на роторе.

Это положение позволяет по известному направлению P_X (табл. 1) однозначно определить технологический результат работы каждого ротора и всей компоновки в целом.

5. **Анализ уникальных схем класса K_1** ($\sum P_X = 0$). Для каждой схемы класса K_1 последовательно определим направление осевых сил и, применяя правило «отвод почвы противоположен вектору P_X », установим результирующее движение почвенных пластов.

Схема A1 [(R, Lн) | (R, Rн)]. Ротор 1: $P_X \uparrow$ (выталкивание) → отвод почвы ↓. Ротор 2: $P_X \downarrow$ (прижим) → отвод почвы ↑. Почвенные пласты направлены в противоположные стороны по вертикали, а с учётом вращения роторов (оба вправо) горизонтальная

составляющая отбрасывает почву от центра к краям междурядья.

Схема A2 [(L, Lн) | (L, Rн)]. Ротор 1: $P_X \downarrow \rightarrow$ отвод почвы ↑. Ротор 2: $P_X \uparrow \rightarrow$ отвод почвы ↓. Вертикальные потоки также противоположны; при одинаковом левом вращении почва смещается от краёв к центру, образуя валик.

Схема A3 [(R, Lн) | (L, Lн)]. Ротор 1: $P_X \uparrow \rightarrow$ отвод почвы ↓. Ротор 2: $P_X \downarrow \rightarrow$ отвод почвы ↑. Потоки почвы направлены навстречу друг другу (один вниз, другой вверх), а из-за встречного вращения роторов почва активно перемешивается в центральной зоне.

Схема A4 [(R, Rн) | (L, Rн)]. Ротор 1: $P_X \downarrow \rightarrow$ отвод почвы ↑. Ротор 2: $P_X \uparrow \rightarrow$ отвод почвы ↓. Аналогично A3 – встречные вертикальные потоки и интенсивное крошение в центре.

6. **Анализ уникальных схем класса K_2** ($\sum P_X \neq 0$). В схемах класса K_2 векторы P_X сонаправлены, поэтому отвод почвы на обоих роторах также одинаков. Это приводит к возникновению ненулевой суммарной осевой силы.

Схема B↓.1 [(R, Rн) | (L, Lн)]. Ротор 1: $P_X \downarrow \rightarrow$ отвод почвы ↑. Ротор 2: $P_X \downarrow \rightarrow$ отвод почвы ↑. Оба потока направлены вверх, а при встречном вращении они сходятся к центру. Суммарная осевая сила $\sum P_X = -2P_X$ прижимает агрегат к почве, что может быть использовано для увеличения заглубления на плотных грунтах.

Схема B↑.1 [(R, Lн) | (L, Rн)]. Ротор 1: $P_X \uparrow \rightarrow$ отвод почвы ↓. Ротор 2: $P_X \uparrow \rightarrow$ отвод почвы ↓. Оба потока направлены вниз, при встречном вращении они также сходятся к центру. Суммарная осевая сила $\sum P_X = +2P_X$ выталкивает агрегат, что требует компенсации дополнительной массой или гидросистемой и может быть полезно при глубоком рыхлении или террасировании.

Схемы B↓.2 и B↑.2 с идентичными роторами описываются аналогичным образом, так как создают похожую силовую картину, что и схемы B↓.1 и B↑.1. Эти схемы могут быть использованы для целенаправленного

перемещения почвы обоими роторами вверх ($S2|S2, S3|S3$) или вниз ($S1|S1, S4|S4$) для формирования рельефа поверхности. Идентичные схемы обеспечивают максимальную унификацию ножей и могут быть использованы, когда требуется минимальный разброс почвы (отвод вниз) либо максимальное заглубление (отвод вверх) при готовности компенсировать возникающую суммарную осевую силу конструктивными мерами.

7. Алгоритм выбора рациональной компоновки. На основе проведённого анализа разработан алгоритм выбора рациональной схемы роторов:

1) необходимы ли технологические преимущества косых ножей? Если нет – применяются прямые ножи, осевая нагрузка отсутствует;

2) допустима ли ненулевая суммарная осевая сила $\sum P_x$? Если да, требуется прижим – выбирается схема $B\downarrow.1$ или идентичные прижимные схемы ($S2|S2, S3|S3$); если требуется интенсивный выброс почвы вверх – $B\uparrow.1$ или идентичные выталкивающие схемы ($S1|S1, S4|S4$) (при этом необходимо усиление рамы и проверка устойчивости);

3) если ненулевая суммарная осевая сила $\sum P_x$ недопустима – выбирается класс K_1 ($\sum P_x = 0$);

4) приоритетна ли унификация ножей? Если да, выбираются схемы $A3$ или $A4$; выбор между ними определяется требуемым направлением отвода почвы (встречные потоки в обоих случаях) или компоновкой привода;

5) если унификация необязательна, и требуется простой привод без реверса, выбираются схемы $A1$ или $A2$; выбор – по необходимому направлению отвода почвы ($A1$ – к краям, $A2$ – к центру).

Практические рекомендации. Проведённый анализ показывает, что выбор рациональной схемы двухроторного ФРО должен определяться приоритетами конкретной конструкции и агротехническими требованиями. Выбор может основываться на комплексе оценочных критериев.

1. Технологичность и унификация. Схемы с одинаковыми ножами на обоих роторах ($A3, A4$, а также идентичные $S1|S1, S2|S2, S3|S3, S4|S4$) предпочтительны с точки зрения производства и эксплуатации, так как

они сокращают номенклатуру запасных частей и упрощают обслуживание. Если унификация является приоритетом, а требования к направлению отвода почвы не критичны, оптимальным выбором становятся схемы $A3$ или $A4$.

2. Направление отвода почвы. Если требуется отводить почву от центра междурядья к краям (например, для очистки приствольной полосы), применяются схемы с соответствующим сочетанием вращения и наклона ножей (например, $A1$ или $S1|S1$). Для формирования центрального валика или встречного крошения в центре выбираются схемы, направляющие потоки навстречу друг другу ($A2, A3, A4, S4|S4$), а также специальные ($B\downarrow.1$ и $B\uparrow.1$). Каждая комбинация имеет свои особенности при формировании рельефа поверхности.

3. Расположение приводов и кинематическая схема. Этот критерий определяет конструктивную сложность трансмиссии. Схемы с одинаковым направлением вращения обоих роторов ($A1, A2, S1|S1, S2|S2$) допускают простой привод от одного вала или стандартной цепной (ременной) передачи. Схемы со встречным вращением ($A3, A4, S1|S4, S3|S2$) требуют применения реверсивных механизмов, что усложняет конструкцию и увеличивает её стоимость.

Приведённый перечень критериев не является исчерпывающим и может быть дополнен в зависимости от конкретных условий эксплуатации.

Выводы. 1. Построена и проанализирована полная матрица из 16 теоретически возможных упорядоченных комбинаций двухроторного ФРО с наклонными ножами. Установлено, что из них 10 являются физически реализуемыми и могут быть использованы для решения конкретных агротехнических задач.

2. Разработана классификация компоновок по значению суммарной осевой силы и наличию момента, позволяющая на ранних этапах проектирования оценить характер нагружения агрегата и выбрать целевой класс схем.

3. Предложена система критериев для выбора оптимального варианта компоновки в зависимости от доминирующих эксплуатационных и агротехнических требований.

4. Создана методика выбора рациональной компоновки (направление вращения роторов, ориентация ножей), реализованная в виде алгоритма, в зависимости от агротехнических требований и производственных ограничений.

5. Для универсальных садовых фрез, работающих в различных условиях, оптимальны схемы класса K_1 , в особенности A_3 и A_4

(унифицированные ножи, встречное вращение). Идентичные схемы класса K_2 (например, $S1|S1$ или $S4|S4$) целесообразны для целенаправленного перемещения почвы вниз при необходимости минимизировать разброс почвы, а схемы $B\downarrow.1$ и $B\uparrow.1$ – при наличии специальных требований к прижиму или выталкиванию агрегата.

Список литературы

1. Дручинин Д. Ю., Бухтояров Л. Д., Гнусов М. А. Исследование кинематики фрезерного орудия для ухода за насаждениями в рядах деревьев с линейным удалением рабочего органа // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2025. № 4(68). С. 52–61. DOI: 10.25686/2306-2827.2025.4.52. EDN: HCDIWU
2. Блохин В. Н., Случевский А. М. Фреза садовая с вертикальной или крутонаклонной осью вращения // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. науч. тр. XIII Международной научно-практической конференции. Книга 2. Барнаул: ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет, 2018. С. 152–154. EDN: YWLCDW
3. Mathematical model for calculating the parameters of machines for processing near-trunk strips in a terrace / A. Apazhev, A. Egozhev, M. Misirov [et al.]. E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 262. P. 01019. DOI: 10.1051/e3sconf/202126201019. EDN: JTXXJF
4. Патент 214799 Российская Федерация, МПК A01B 39/20; A01B 39/26. Фреза для террасного сада / А. М. Егожев, А. К. Апажев, М. Х. Мисиров, Е. А. Полищук, А. А. Егожев; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. № 2022115620; заявл. 08.06.2022; опубл. 15.11.2022, Бюл. № 32.
5. Оптимизация параметров и режимов работы фрезерного рабочего органа агрегата для обработки междурядий и приствольных полос плодовых насаждений / А. Л. Хажметова, А. К. Апажев, Ю. А. Шехихачев [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2019. № 3(37). С. 37. EDN: GEURAH
6. Купрашкин В. Ф., Шляпников М. Г. Анализ рабочих органов почвообрабатывающих фрез с вертикальной осью вращения // Машиноведение. 2019. № 1(9). С. 105–113. EDN: KQPZRF
7. К вопросу способов крепления активных рабочих органов к роторам фрез с вертикальной осью вращения / А. М. Случевский, Г. В. Орехова, К. Х. Заиров, К. А. Муминов // Вестник Брянской ГСХА. 2022. № 6(94). С. 66–69. DOI: 10.52691/2500-2651-2022-94-6-66-69. EDN: GTNLDJ
8. Ожерельев В. Н., Ожерельева М. В. Особенности применения вертикальной фрезы для обработки почвы в междурядьях малины // Агроинженерия. 2021. № 5(105). С. 20–24. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-4-20-24. EDN: POZPO
9. Ожерельев В. Н. Поперечный перенос почвы вертикальным ротором с L-образными наружу отогнутыми ножами // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы международной научно-практической конференции. Часть 2. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. С. 119–123. EDN: KPUNGB
10. Мисиров М. Х., Егожев А. А., Алиев Н. А. Обоснование конструктивных элементов рабочих органов почвообрабатывающих фрез // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 3(41). С. 113–122. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-3-41-113-122. EDN: IGD BTF

References

1. Druchinin DYu, Bukhtoyarov LD, Gnusov MA. Research of the kinematics of a rotary cultivator for the care of plantings in rows of trees with linear removal of the working. *Vestnik of Volga state university of technology. Series: Forest. Ecology. Nature management*. 2025;(4):52–61. (In Russ.). DOI: 10.25686/2306-2827.2025.4.52. EDN: HCDIWU

2. Blokhin VN, Sluchevsky AM. Garden tiller with a vertical or steeply inclined axis of rotation. *Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: sb. nauch. tr. XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kniga 2* [Agrarian science for agriculture: collection of scientific papers from the XIII International scientific and practical conference. Book 2]. Barnaul: FGBOU VO Altajskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018. Pp. 152–154. (In Russ.). EDN: YWLCDW
3. Apazhev A, Egozhev A, Misirov M [et al.]. Mathematical model for calculating the parameters of machines for processing near-trunk strips in a terrace. E3S Web of Conferences. 2021;262:01019. (In Russ.). DOI: 10.1051/e3sconf/202126201019. EDN: JTXJF
4. Egozhev AM, Apazhev AK, Misirov MKh, Polishchuk EA, Egozhev AA. Terrace garden milling cutter. Patent 214799 Russian Federation, IPC A01B 39/20; A01B 39/26; applicant and patent holder FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU. No. 2022115620; dec. 08.06.2022; publ. 15.11.2022, Bull. No. 32. (In Russ.)
5. Khazhmetova AL, Apazhev AK, Shekihachev YuA [et al.]. Optimization of parameters and operating modes of the milling working element of the unit for processing row spacing and trunk strips of fruit plantings. *AgroEcoInfo*. 2019;(3):37. (In Russ.). EDN: GEURAH
6. Kupryashkin VF, Shlyapnikov MG. Analysis of operating elements of tillers with a vertical axis of rotation. *Machinery researching*. 2019;(1):105–113. (In Russ.). EDN: KQPZRF
7. Sluchevsky AM, Orekhova GV, Zairov KKh, Muminov KA. To the question of fastening active working bodies to the rotors of milling cutters with a vertical rotation axis. *Vestnik of the Bryansk state agricultural academy*. 2022;(6):66–69. (In Russ.). DOI: 10.52691/2500-2651-2022-94-6-66-69. EDN: GTNLDJ
8. Ozherelyev V.N., Ozhereleva M.V. Peculiarities of using the vertical rotary cultivator for inter-row soil tillage of raspberry plantings. *Agricultural Engineering*. 2021;(5):20–24. (In Russ.). DOI: 10.26897/2687-1149-2020-5-4-20-24. EDN: IIOZPO
9. Ozhereliev V.N. Transverse soil transfer by a vertical rotor with L-shaped outwardly curved knives. *Energoeffektivnost' i energosberezhenie v sovremennom proizvodstve i obshchestve: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Chast' 2* [Energy efficiency and energy saving in modern production and society: Proceedings of the international scientific and practical conference. Part 2]. Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2021. Pp. 119–123. (In Russ.). EDN: KPUNGB
10. Misirov M.Kh., Egozhev A.A., Aliev N.A. Justification of the structural elements of the working bodies of the tilling cutter. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;(3):113–122. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-3-41-113-122. EDN: IGDDBTF

Сведения об авторах

Мисиров Мухамад Хусаинович – кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7162-6895

Егожев Артур Мухамедович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 3010-1715, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

Апхудов Хасан Асланович – аспирант кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1826-9820

Information about the authors

Mukhamad Kh. Misirov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7162-6895

Artyr M. Egozhev – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 3010-1715, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

Khasan A. Apkhudov – Postgraduate student of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1826-9820

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 10.03.2026;
одобрена после рецензирования 31.03.2026;
принята к публикации 11.06.2026.*

*The article was submitted 10.03.2026;
approved after reviewing 31.03.2026;
accepted for publication 11.06.2026.*

Пищевые системы

Food Systems

Обзорная статья

УДК 664:658.562.3

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-128-138

**Проблемы управления аллергенами на предприятиях
общественного питания**

Елизавета Вячеславовна Крюкова^{✉1}, Татьяна Владимировна Тулякова²,
Наталья Валерьевна Фоменко³, Степан Юрьевич Павельев⁴

Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11,
Москва, Россия, 125080

^{✉1}kryukovaev@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6858-3618>

²fermtec@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3778-8068>

³fomenkonv@mgupp.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5230-2830>

⁴s.pavelyev@bk.ru

Аннотация. В XXI веке пищевая аллергия стала одной из важных и трудно устранимых проблем здравоохранения, пищевой промышленности и общественного питания. Хотя пищевая аллергия может поражать относительно небольшую часть населения, аллергическая реакция может быть тяжелой и потенциально смертельной, поэтому в соответствующих нормативных документах указано, что аллергены угрожают безопасности пищевой продукции. Причем компоненты, употребление которых может вызвать аллергические реакции, указываются в составе пищевой продукции независимо от их количества. На настоящий момент минимизация негативного влияния аллергенов на здоровье потребителей в основном осуществляется за счет предупредительной маркировки упакованной пищевой продукции. Спецификой предприятий общественного питания является отсутствие возможности маркировки каждого готового блюда перед подачей его потребителю. Кроме того, риск «перекрестного загрязнения» аллергенами в процессе приготовления готовых блюд на предприятиях общественного питания возрастает из-за того, что за короткое время в одном помещении готовятся одновременно десятки разных блюд. Минимизировать риск негативного воздействия на здоровье потребителей от наличия аллергена в приготовленных на предприятиях общественного питания блюдах позволит актуализация с использованием методологии VIAL® – программ обязательных предварительных мероприятий, которые реализуются основанными на принципах НАССР системами менеджмента безопасности, и использование риск-ориентированного подхода для управления аллергенами.

Ключевые слова: аллергены, предприятия общественного питания, перекрестное загрязнение, безопасность, пищевой продукт, оценка рисков, здоровье потребителей

Для цитирования: Крюкова Е. В., Тулякова Т. В., Фоменко Н. В., Павельев С. Ю. Проблемы управления аллергенами на предприятиях общественного питания // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 128–138. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-128-138

Review article

Allergen management challenges in food service establishments

Elizaveta V. Kryukova^{✉1}, Tatyana V. Tulyakova², Natalia V. Fomenko³, Stepan Yu. Paveliev⁴

Russian Biotechnological University, 11 Volokolamskoe highway, Moscow, Russia, 125080

^{✉1}kryukovaev@mgupp.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6858-3618>

²fermtec@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3778-8068>

³fomenkonv@mgupp.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5230-2830>

⁴s.pavelyev@bk.ru

Abstract. In the 21st century, food allergies have become a significant and challenging issue in healthcare, the food industry, and the catering industry. Although food allergies may affect a relatively small percentage of the population, allergic reactions can be severe and potentially fatal. Therefore, relevant regulations specify that food safety hazards include allergens. Furthermore, ingredients that can cause allergic reactions are listed in food products, regardless of their quantity. Currently, the negative impact of allergens on consumer health is primarily minimized through warning labeling of packaged food products. A specific feature of catering establishments is the inability to label each prepared dish before serving. Furthermore, the risk of cross-contamination with allergens during the preparation of cooked dishes in catering establishments increases due to the fact that dozens of different dishes are prepared simultaneously in a single room within a short time. Minimizing the risk of negative impact on consumer health from the presence of allergens in food prepared in catering establishments will be achieved by updating mandatory preliminary measures programs, which are implemented by HACCP-based safety management systems, using the VIAL® methodology, and by using a risk-based approach to allergen management.

Keywords: allergens, catering, cross-contamination, safety, food product, risk assessment, consumer health

For citation: Kryukova EV, Tulyakova TV, Fomenko NV, Paveliev SYu. Allergen management challenges in food service establishments. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):128–138. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-128-138

Введение. Одной из глобальных проблем в области безопасности пищевых продуктов, с которой столкнулось человечество в последние годы, является рост численности людей с аллергией на различные пищевые продукты.

Пищевая аллергия (*Food allergy*) – это «негативная реакция организма человека на пищевой продукт, в развитии которой участвует иммунная система» [1]. Она ошибочно распознаёт белки пищи как опасные и реагирует на них, провоцируя возникновение негативных последствий.

Как отмечает G.A. Stankovich с коллегами, в течение последних десятилетий наблюдается устойчивый рост распространенности пищевой аллергии [2]. Л. В. Беркетова приводит данные, согласно которым во втором десятилетии XXI века от данной патологии страдают от 2 до 7% взрослого населения земного шара [3].

Потенциально аллергическую реакцию способен вызвать практически любой продукт питания. Тем не менее, как подчеркивает Н. Sampson с соавторами, в 90% случаев причиной пищевой аллергии выступают так называемые «большие восемь» высокоаллергенных продуктов: арахис, орехи, яйца, коровье молоко, рыба, ракообразные моллюски, пшеница и соя [4].

Перечень приоритетных в Российской Федерации аллергенов приведён в ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её

маркировки». Этот перечень полностью гармонизирован с законодательством ЕС¹.

Использование для улучшения потребительских свойств пищевых продуктов некоторых красителей, консервантов, ферментов, загустителей, эмульгаторов и усилителей вкуса увеличивает риск пищевой аллергии у потребителей. [5] По утверждению Европейской академии аллергии и клинической иммунологии (EAACI), пищевая аллергия может привести к «значительной заболеваемости, негативно повлиять на качество жизни и быть дорогостоящей с точки зрения медицинского обслуживания»².

Как подчеркивается в работах ряда авторов, пищевая аллергия представляет собой особую угрозу на фоне сопутствующих заболеваний: бронхиальной астмы, атопического дерматита, ангиоотека и крапивницы. В исследовательской среде эту опасность связывают с тем, что у пациентов с подобным комплексом заболеваний высока предрасположенность к развитию острых критических состояний, требующих оказания интенсивной и реанимационной помощи [6, 7].

¹ ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320347?ysclid=micurfsext257224848> (дата обращения 02.04.2026)

² EAACI food allergy and anaphylaxis guidelines: diagnosis and management of food allergy. URL: <https://www.research.ed.ac.uk/en/publications/eaaci-food-allergy-and-anaphylaxis-guidelines-diagnosis-and-manag> (дата обращения 08.04.2026)

Хотя пищевая аллергия может поражать относительно небольшую часть населения, аллергическая реакция может быть тяжелой и потенциально смертельной, поэтому в соответствующих нормативных документах указано, что «опасности, угрожающие безопасности пищевой продукции, включают аллергены»^{1,2}.

Практически до настоящего времени управление аллергенами сводилось к предупреждению потребителей о наличии аллергенов в пищевом продукте путем внесения соответствующей информации в маркировку упакованного пищевого продукта³.

Спецификой предприятий общественного питания является отсутствие возможности маркировки каждого готового блюда перед подачей его потребителю, а, следовательно, стратегия минимизации потенциального риска негативного воздействия аллергенов на здоровье потребителей на предприятиях общественного питания должна учитывать специфические особенности негативного воздействия аллергенов, содержащихся в неупакованных продуктах.

Целью данного исследования является сравнительная оценка существующих стратегий минимизации потенциального риска негативного воздействия аллергенов на здоровье потребителей пищевых продуктов.

Научная новизна работы. На основании анализа существующих систем менеджмента безопасности пищевых продуктов и с учетом специфических особенностей производства пищевых продуктов на предприятиях общественного питания обоснована необходимость актуализации программ обязательных предварительных мероприятий систем менеджмента безопасности, основанных на принципах HACCP, и для осуществления актуализации рекомендована методология

оценки рисков VITAL®. Показано, что для управления аллергенами с целью минимизации их возможного негативного влияния на здоровье потребителя на предприятиях общественного питания необходимо использовать риск-ориентированный подход.

Методы и объекты исследования. Методологическую базу работы составили анализ, систематизация и обобщение данных, извлеченных из изученных источников. В качестве объекта исследования выступила отечественная и зарубежная научная литература по рассматриваемой проблеме, опубликованная в течение последнего десятилетия.

Результаты исследования. По утверждению Д. Ш. Мачарадзе, пищевая аллергия возникает, когда иммунная система ошибочно определяет некоторые компоненты продуктов как вредные и реагирует на них. При первом контакте с аллергеном вырабатываются особые антитела, которые «перемещаются по крови и прикрепляются к клеткам иммунной системы» [1]. После первичного контакта иммунная система сохраняет память об аллергене, поэтому при повторном попадании развивается негативный ответ организма. Симптоматика варьируется от отеков и повышения температуры до тяжелых состояний: астмы, крапивницы, отека Квинке и анафилактического шока [2, 3].

Потребители с пищевой аллергией характеризуются различными порогами чувствительности, то есть минимальными дозами аллергена, способными инициировать реакцию. Нередко даже микроколичества аллергена, присутствующего в продукте питания, способны нанести ущерб здоровью [4]. Именно с учетом этого обстоятельства в разделе 4.4 ТР ТС 022/2011 «Общие требования к указанию в маркировке состава пищевой продукции» закреплено правило: компоненты, способные провоцировать аллергические реакции, подлежат обязательному указанию в составе независимо от их количественного содержания⁴.

Однако даже при отсутствии аллергена в исходном сырье, использованном для приготовления блюда на предприятии общественного питания, риск возникновения аллергической реакции у потребителя исключить нель-

¹ ГОСТ Р ИСО 22000–2019. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции. Москва: Стандартинформ, 2019. 42 с.

² ГОСТ Р 51705.1-2024 Системы менеджмента качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов HACCP. Общие требования. <https://docs.cntd.ru/document/1305822960>. (дата обращения 10.04.2026)

³ ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. <https://docs.cntd.ru/document/902320347?ysclid=micurfsext257224848> (дата обращения 09.04.2026)

⁴ ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320347>. (дата обращения 08.04.2026)

зя. Это определяется тем, что при расчёте риска «учитывают количество продукта, которое потребляют за один приём пищи, концентрацию аллергена в продукте и совместное потребление с другими продуктами, также содержащими аллергенный ингредиент» [2].

Таким образом, суммарное содержание аллергенов в готовом продукте может превысить допустимые пороговые значения.

Одним из этиологических факторов пищевой аллергии выступает так называемая «перекрёстная аллергия» – специфическая иммунная реакция организма на несколько аллергенов, обладающих сходной структурной организацией [7]. В данном случае у человека, чувствительного к одному раздражителю, при контакте с другими веществами могут возникать аналогичные симптомы. Иллюстративным примером служит следующая закономерность: после употребления некоторых сырых (не прошедших термическую обработку) фруктов, овощей, специй и орехов аллергические проявления преимущественно развиваются у лиц, уже имеющих аллергию на пыльцу растений¹.

Сотрудниками Республиканского научно-специализированного центра аллергологии Таджикистана (РНЦА) было проведено обследование 195 пациентов с аллергическими заболеваниями. На основе углубленного анализа клинического анамнеза установлен спектр пищевых аллергенов, демонстрирующих высокую сенсibilизирующую активность. Наибольшая доля чувствительности зафиксирована к томату (22,4%) и моркови (16,3%). К группе значимых аллергенов (14,3%) отнесены картофель, мед, горох и пшеничная мука. Несколько меньшую, но выраженную сенсibilизацию вызывали апельсин и абрикос (12,2%), арбуз (10,2%), а также персик, яблоко и куриное мясо (8,1%). Замыкает перечень грецкий орех (6,1%), семена подсолнечника и клубника (по 4,1%), тогда как арахис, куриный белок, желток и молоко показали минимальную долю реакций (2,0%) [8].

Специфической особенностью процессов приготовления кулинарных изделий на предприятиях общественного питания является то, что за короткое время в одном помещении готовятся одновременно десятки разных блюд. При этом используется общее оборудование (фритюрницы, грили), инвентарь (разделочные доски, ложки, ножи, шпатели, щипцы и др.) и посуда (миски, кастрюли, сковородки и др.), а в воздухе могут присутствовать брызги и пар от приготавливаемой пищи. Все это увеличивает риск перекрёстного контакта с аллергенами [2, 9].

Высокий риск возникновения аллергии у посетителей ресторанов и других предприятий общественного питания подтверждается фактическими данными. По утверждению Брайан Эндрес А с соавторами, в Хорватии «74% инцидентов, связанных с пищевыми аллергенами, происходит в нерасфасованной (ресторанной) среде» [10].

59% случаев госпитализации из-за пищевой анафилаксии (тяжелая форма пищевой аллергии) в Великобритании связано с заведениями общественного питания [10]. Более того, исследование Р. С. Ориэл с соавторами показывает, что 53,9% реакций пищевой аллергии в ресторанах США произошло даже несмотря на уведомление персонала ресторана о риске наличия аллергенов в некоторых блюдах [11].

В Швейцарии был проведен телефонный опрос 387 предприятий общественного питания о реализованных ими системах информирования потребителей о содержании аллергенов в их продукции.

Результаты опроса:

- 1) большинство предприятий (86%) предоставляют устную информацию об аллергенах;
- 2) 14% предоставляют письменную информацию потребителю сразу или по запросу;
- 3) наиболее часто используемая система информирования об аллергенах – указание всех ингредиентов (35,2%);
- 4) значительное количество предприятий (39,8%) не размещают уведомление о том, как получить информацию об аллергенах [12].

На основании полученных данных исследователи сформулировали следующее заключение: предприятия, реализующие неупакованную продукцию (в частности, организации ресторанного бизнеса), обязаны доводить до потребителей информацию об аллергенах либо в форме письменной декларации, либо

¹ EAACI food allergy and anaphylaxis guidelines: diagnosis and management of food allergy URL: <https://www.research.ed.ac.uk/en/publications/eaaci-food-allergy-and-anaphylaxis-guidelines-,diagnosis-and-manag> (дата обращения: 10.04.2026)

в устной форме при условии наличия письменного указания о способе получения такой информации [12].

Регламент Европейского парламента и Совета (ЕС) № 1169/2011, в свою очередь, устанавливает обязательность предоставления сведений о «любом ингредиенте или технологической добавке, вызывающих аллергию или непереносимость, используемых при производстве или приготовлении пищевых продуктов и все еще присутствующих в готовом продукте даже в измененной форме»¹.

Таким образом, риск возникновения аллергии у посетителей ресторанов и других предприятий общественного питания, подтвержденный фактическими данными, вызывает необходимость совершенствования системы информирования посетителей предприятий общественного питания о распространенных пищевых аллергенах в готовых блюдах и минимизации риска содержания в них незаявленных аллергенов

Под управлением аллергенами как на промышленных предприятиях, так и в сфере общественного питания понимается «комплекс организационных, технологических и санитарно-гигиенических мер, реализация которых позволяет минимизировать риск перекрестного загрязнения продукции аллергенами, а также обеспечить потребителя достоверными сведениями о присутствии аллергенов и возможных их следов в составе продукта»².

Даже если аллерген не используется напрямую в рецептуре конкретного продукта, предприятие обязано учитывать риск его попадания в продукцию через оборудование, инвентарь, персонал или производственную среду³.

Нормативно-правовой базой управления аллергенами на пищевом производстве в России являются федеральные законы № 52-ФЗ и № 29-ФЗ, которые устанавливают общие требования к безопасности пищевой продукции,

технические регламенты Таможенного союза (ТР ТС 021, ТР ТС 022, ТР ТС 029, ТР ТС 029) и стандарты (ГОСТ Р ИСО 22000-2019, ГОСТ Р 70634-2023, ГОСТ Р 71883-2024 и др.)^{4,5,6,7,8,9}.

Учитывая, что пищевая аллергия представляет большую проблему для общественного здравоохранения, а сложности в управлении аллергенами затрудняют работу систем менеджмента безопасности в пищевой промышленности, международной комиссией ФАО/ВОЗ Codex Alimentarius в 2020 году был разработан и принят свод правил по управлению пищевыми аллергенами¹⁰.

В этом документе сформулировано восемь принципов, выполнение которых позволяет осуществить контроль аллергенов во всех звеньях товаропроводящей цепочки и на всех этапах производственного процесса. Эти принципы можно реализовать в программах обязательных предварительных мероприятий (ПОПМ) систем менеджмента безопасности, основанных на принципах НАССР, уже внедренных на предприятиях-производителях пищевых продуктов. В таблице 1 приведены названия соответствующих документированных процедур, указанных в Методических рекомендациях Роспотребнадзора [13, 14].

¹ Регламент (ЕС) № 1169/2011 Европейского парламента и Совета от 25 октября 2011 года. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/reglament-es-1169-2011-evropejskogo-parlam/> (дата обращения 27.03.2026)

² Управление аллергенами на предприятии. URL: <https://rustore.sgs.com/blog/Upravlenie-allergenami-na-pishchevom-predpriyatii/> (дата обращения 04.04.06.2026)

³ Рябова Ирина. Управление аллергенами на пищевых предприятиях: рекомендации эксперта [Электронный ресурс]. <https://foodsmi.com/prikladnye-resheniya/upravlenie-allergenami-na-pishchevykh-predpriyatiyakh-rekomendatsii-eksperta/>, (дата обращения 04.04.2026)

⁴ ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320347>. (дата обращения 08.04.2026)

⁵ ГОСТ Р ИСО 22000–2019. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции. Москва: Стандартинформ, 2019. 42 с.

⁶ ГОСТ Р 51705.1-2024 Системы менеджмента качества. Управление качеством и безопасностью пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305822960>. (дата обращения 10.04.2026)

⁷ ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>. (дата обращения 06.04.2026)

⁸ ТР ТС 029/2012 Требования безопасности добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902359401>, (дата обращения 04.04.2026)

⁹ ГОСТ Р 70634-2023 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Совокупность требований к системе менеджмента безопасности пищевой продукции и процесс сертификации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200195661>, (дата обращения 25.04.2026)

¹⁰ Контроль пищевых аллергенов. Нормы и правила для операторов предприятий пищевой отрасли. СХС 80-2020

Таблица 1. Управление пищевыми аллергенами
Table 1. Food allergen management

Свод правил СХС 80-2020	Система НАССР (MP 5.1.0096 — 14)
Принцип 1. В тех случаях, когда интродукция каного-либо аллергена может ухудшить аллергенный профиль пищевого продукта на более поздних этапах продовольственной цепочки, первичное производство должно быть организовано так, чтобы снизить вероятность попадания таких аллергенов	Документированная процедура 1. Описание продукции, для обеспечения безопасности, которой разрабатывается система, основанная на принципах ХАССП
Принцип 2. Предприятие должно быть спроектировано таким образом, чтобы возможность перекрестного загрязнения аллергенами можно было предотвратить или свести к минимуму за счет разграничения и изоляции соответствующих зон, правильного расположения оборудования и организации надлежащей последовательности технологических операций, маршрутов перемещения персонала и работы систем вентиляции.	Документированная процедура 2. Выбор последовательности и поточности технологических операций производства пищевой продукции для исключения загрязнения продовольственного сырья и пищевой продукции
Принцип 3. Случайное присутствие аллергенов в пищевых продуктах можно предотвратить или свести к минимуму за счет превентивных мер контроля, основанных на принципах GHPs и НАССР, на соответствующих этапах производственного процесса	Документированная процедура 3. Определение контролируемых этапов производственного контроля пищевой продукции на этапах ее производства в программах производственного контроля
Принцип 4. Эффективному контролю пищевых аллергенов способствует создание эффективных программ технического обслуживания и очистки, которые позволяют предотвратить или минимизировать вероятность перекрестного загрязнения аллергенами	Документированная процедура 8. Содержание производственных помещений, технологического оборудования и инвентаря, используемых в процессе производства пищевой продукции, в состоянии, исключающем загрязнение пищевой продукции
Принцип 5. Соблюдение правил личной гигиены должно предотвращать или сводить к минимуму вероятность перекрестного загрязнения аллергенами, обусловленного действиями персонала предприятий.	Документированная процедура 9. Выбор способов и обеспечения соблюдения работниками правил личной гигиены в целях обеспечения безопасности пищевой продукции
Принцип 6. Транспортировку пищевых продуктов, содержащих аллергены, следует осуществлять таким образом, чтобы предотвратить перекрестное загрязнение аллергенами	Документированная процедура 7. Соблюдение условий хранения и перевозки пищевой продукции
Принцип 7. У потребителя должен быть доступ к правильной и достоверной информации об аллергенном характере пищевых продуктов. Это будет гарантией того, что страдающие аллергией смогут избежать употребления аллергенных продуктов и ингредиентов	Документированная процедура 12. Прослеживаемость пищевой продукции
Принцип 8. Персонал, занятый в операциях с пищевыми продуктами, должен иметь достаточный уровень подготовки по вопросам контроля пищевых аллергенов, чтобы осуществлять меры по предотвращению или минимизации перекрестного загрязнения аллергенами и обеспечивать нанесение на упаковку пищевых продуктов правильных этикеток с указанием всей необходимой информации об аллергенах	Документированная процедура 4. Проведение контроля за продовольственным сырьем, технологическими средствами, упаковочными материалами, изделиями, используемыми при производстве пищевой продукции, а также за пищевой продукцией средствами, обеспечивающими необходимые доверенность и полноту контроля

Для совершенствования процедур, связанных с предупредительной маркировкой пищевой продукции (ПОПМ), ряд исследователей предлагают применять стандартизованную методологию оценки рисков VITAL® (Voluntary Incidental Trace Allergen Labelling) [2, 15, 16].

Практические рекомендации по внедрению системы управления аллергенами предлагает Ирина Рябова – консультант по системам менеджмента компании «ИнтерКонсалт & Грэйт». Она предлагает осуществлять раз-

работку и внедрение такой системы на предприятии последовательно, выделяя три ключевых этапа:

- **первый этап** – идентификация всех возможных и потенциальных аллергенов, присутствующих на предприятии, с последующим составлением матрицы аллергенов;
- **второй этап** – анализ аллергенных рисков и разработка соответствующих управленческих мероприятий;
- **третий этап** – обучение персонала¹.

Таблица 2. Матрица аллергенов
Table 2. Allergen matrix

Продукт – источник аллергена	Салат из морской капусты	Суп из овощей	Рыба (треска), тушенная в томате с овощами	Рис отварной	Хлеб пшеничный или зерновой	Отвар из шиповника	Плоды и ягоды свежие
Злаки, содержащие глютен							
Ракообразные и продукты их							
Яйца и продукты их переработки							
Рыба и продукты ее переработки							
Арахис и продукты его переработки							
Соевые бобы и продукты их переработки							
Молоко и молочные продукты							
Орехи							
Сельдерей и продукты его переработки							
Горчица и продукты ее переработки							
Кунжут и продукты его переработки							
Диоксид серы и сульфиты							
Люпин и продукты его переработки							
Моллюски и продукты их переработки							



источник аллергена входит в состав продукта;



источник аллергена не входит в состав продукта, но используется на предприятии;



источник аллергена не входит в состав продукта и не используется на предприятии

¹ Рябова Ирина. Управление аллергенами на пищевых предприятиях: рекомендации эксперта. URL: <https://foodsmi.com/prikladnye-resheniya/upravlenie-allergenami-na-pishchevykh-predpriyatiyakh-rekomendatsii-eksperta/>, (дата обращения 04.04.2026)

При реализации первого шага в результате анализа рецептуры всей продукции предприятия и потенциальных опасностей ее перекрестного загрязнения аллергенами составляются матрицы аллергенов. В таблице 2 приведен пример матрицы аллергенов для одного из предприятий общественного питания (школьная столовая).

В матрице приведены аллергены, которые указаны в пункте 14 раздела 4.4 Технического регламента таможенного союза 022/2011, и проанализированы готовые блюда, которые включены в меню школьной столовой согласно МР № 0100/8605-07-34, утвержденных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 24.08.2007¹.

Из приведенных данных видно, что только три блюда в своей рецептуре содержат источник аллергена, о чем должны быть проинформированы потребители. Ряд блюд не содержат в рецептуре регламентируемые аллергены и не могут быть опасными из-за перекрестного загрязнения. Однако большинство блюд могут контаминироваться аллергенами, поэтому для снижения риска перекрестного загрязнения необходимо разработать ряд мероприятий, которые включаются в соответствующие процедуры ПОПМ [13].

После составления всех документированных процедур, в которых описываются мероприятия по управлению рисками, рекомендуется ознакомить с ними сотрудников предприятия, то есть реализовать третий шаг.

Выводы. Пищевая аллергия выступает в качестве значимого вызова для системы здравоохранения, а также для секторов пищевой промышленности и индустрии общественного питания.

В настоящее время основным инструментом снижения рисков воздействия аллергенов на здоровье потребителей служит нанесение предупредительной маркировки на готовую упакованную продукцию.

Трудности контроля аллергенов в сфере общественного питания обусловлены технологическими особенностями приготовления блюд на предприятиях данной отрасли.

Актуализация программ обязательных предварительных мероприятий с использованием методологии VITAL® в системах менеджмента безопасности, основанных на принципах HACCP, и риск-ориентированный подход позволят минимизировать риск негативного воздействия на здоровье потребителей незаявленных аллергенов в приготовленных на предприятиях общественного питания блюдах.

Список литературы

1. Мачарадзе Д. Ш. Пищевая аллергия у детей и взрослых: клиника, диагностика, лечение. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 392 с. ISBN 978-5-9704-5501-2
2. Food allergy risks and the restaurant industry – an assessment and next steps. G.A. Stankovic, K.M. Warren, R. Gupta [et al.] // Front. Allergy. 2023. Vol. 4:1060932. DOI: 10.3389/falgy.2023.1060932
3. Беркетова Л. В., Христинина Е. В. Аллергены в продуктах питания // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 12. С. 197–207. DOI: 10.5281/zenodo.2256763. EDN: YRIPAL
4. Food allergy: a practice parameter update / H. Sampson, S. Aceves, A. Bock [et al.]. 2014 // Allergy Clin Immunol. 2014. Vol. 134. No 5. Pp.:1016–1025. DOI:10.1016/j.jaci.2014.05.013
5. Ревякина В. А. Проблема пищевой аллергии на современном этапе // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 4. С. 186–192. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10052. EDN: IAVQHX
6. Сидорович О. И., Лусс Л. В. Пищевая аллергия: принципы диагностики и лечения // Медицинский совет. 2016. № 16. С. 141–147. DOI: 10.21518/2079-701X-2016-16-141-147. EDN: WTOOZZ
7. Popescu F.D. Cross-reactivity between aeroallergens and food allergens // World J Methodol. 2015. Vol. 26. No 5(2). Pp. 31–50. DOI: 10.5662/wjm.v5.i2.31

¹ Методические рекомендации № 0100/8605-07-34 «Примерные меню горячих школьных завтраков и обедов для организации питания детей 7-11 и 11-18 лет в государственных образовательных учреждениях».

URL:https://sunja3.gosuslugi.ru/netcat_files/47/3007/_Primernye_menyu_goryachih_shkol_nyh_zavtrakov_i_1_.pdf?ysclid=mpy37ueibd203228127 (дата обращения 23.03.2026)

8. Шайхова Г., Абдуллаева Д. Аллергены в продуктах питания, управление пищевыми аллергенами // *Society and Innovations*. 2021. Т. 2. № 3. С. 126–132. DOI: 10.47689/2181-1415-vol2-iss3-pp125-132. EDN: FCSKCQ
9. The Allergen Bureau approach to allergen cross contact risk assessment – our journey / K. Grinter, F. Fleming, R. Sherlock, N. Smith // *Clin Transl Allergy*. 2011. Vol. 1 (Suppl 1). P. O2. DOI: 10.1186/2045-7022-1-S1-O2
10. A. Bryan Endres, Renata Endres, Marinela Krstinic Nizic. Restaurant disclosure of food allergens: Analysis and economic implications // *Tourism and Hospitality Research*. 2021. Vol. 21. No 2. Pp. 202–215. DOI: 10.1177/1467358420977576
11. Рост числа госпитализаций в связи с анафилаксией, но не рост числа летальных исходов: анализ национальных данных об анафилаксии в Великобритании за 1992–2012 гг. / П. Дж. Тернер, М. Х. Гоулленд, Шарма В. [и др.] // *J. Allergy Clin Immunol*. 2015. Vol. 135. № 4. С. 956–963. DOI: 10.1016/j.jaci.2014.10.021
12. Characteristics of food allergic reactions in United States restaurants / R.C. Oriel, O. Waqar, H.P. Sharma [et al.] // *Allergy Clin Immunol Pract*. 2021. Vol. 9. No 4. Pp. 1675–1682. DOI: 10.1016/j.jaip.2020.12.018. EDN: YVQWXL
13. How do food businesses provide information on allergens in non-prepacked foods? A cross-sectional survey in Switzerland / J.U. Eisenblätter, G. Schumacher, M. Hirt // *Allergo Journal International*. 2022. Vol. 31. No 2. Pp. 43–50. DOI: 10.1007/s40629-021-00191-5. EDN: XEWXKK
14. Методические подходы к организации оценки процессов производства (изготовления) пищевой продукции на основе принципов ХАССП: методические рекомендации. Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. 35 с. ISBN 978-5-7508-1398-8
15. Тулякова Т. В., Крюкова Е. В., Горячева Е. Д. Основы проектирования систем менеджмента безопасности: учебник. Изд. 2-е, испр. и доп. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2022. 272. ISBN 978-5-507-44186-0
16. Международная практика управления аллергенами в пищевой промышленности / Е. В. Крюченко, Ю. А. Кузлякина, В. С. Замула, И. М. Чернуха // *Все о мясе*. 2020. № 6. С. 4–13. DOI: 10.21323/2071-2499-2020-6-4-13. EDN: CPEDKT

References

1. Macharadze DSh. *Pishchevaya allergiya u detej i vzroslykh: klinika, diagnostika, lechenie* [Food allergy in children and adults: clinical presentation, diagnostics, treatment]. Moscow: GEOTAR-Media, 2020. 392 p. ISBN 978-5-9704-5501-2. (In Russ.)
2. Stankovic GA, Warren KM, Gupta R [et al.]. Food allergy risks and the restaurant industry – an assessment and next steps. *Front. Allergy*. 2023;4:1060932. DOI: 10.3389/falgy.2023.1060932
3. Berketova L, Khristinina E. Allergens in food products. *Bulletin of Science and Practice*. 2018;4(12):197–207. (In Russ.). DOI: 10.5281/zenodo.2256763. EDN: YRIPAL
4. Sampson H, Aceves S, Bock A [et al.]. Food allergy: a practice parameter update. 2014. *Allergy Clin Immunol*. 2014;134(5):1016–1025. DOI:10.1016/j.jaci.2014.05.013
5. Revyakina VA. The problem of food allergies at the present stage. *Problems of nutrition*. 2020;89(4):186–192. (In Russ.). DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10052. EDN: IAVQHX
6. Sidorovich OI, Luss LV. Food allergy: principles of diagnosis and treatment. *Meditsinskiy sovet*. 2016; (16):141–147. (In Russ.). DOI: 10.21518/2079-701X-2016-16-141-147. EDN: WTOOZZ
7. Popescu FD. Cross-reactivity between aeroallergens and food allergens. *World J Methodol*. 2015;26(5):31–50. DOI: 10.5662/wjm.v5.i2.31
8. Shaykhova G, Abdullaeva D. Allergens in food products, food allergen management. *Society and Innovations*. 2021;2(3):126–132. (In Russ.). DOI: 10.47689/2181-1415-vol2-iss3-pp125-132. EDN: FCSKCQ
9. Grinter K, Fleming F, Sherlock R, Smith N. The Allergen Bureau approach to allergen cross contact risk assessment – our journey. *Clin Transl Allergy*. 2011;1(Suppl 1):O2. DOI: 10.1186/2045-7022-1-S1-O2
10. A. Bryan Endres, Renata Endres, Marinela Krstinic Nizic. Restaurant disclosure of food allergens: Analysis and economic implications. *Tourism and Hospitality Research*. 2021;21(2):202–215. DOI: 10.1177/1467358420977576
11. Turner PJ, Gowland MH, Sharma V. Increase in anaphylaxis-related hospitalizations but no increase in fatalities: An analysis of United Kingdom national anaphylaxis data, 1992–2012. *Allergy Clin Immunol*. 2015;135(4):956–963.e1. DOI: 10.1016/j.jaci.2014.10.021
12. Oriel RC, Waqar O, Sharma HP [et al.]. Characteristics of food allergic reactions in United States restaurants. *Allergy Clin Immunol Pract*. 2021;9(4):1675–1682. DOI: 10.1016/j.jaip.2020.12.018. EDN: YVQWXL

13. Eisenblätter JU, Schumacher G, Hirt M [et al.]. How do food businesses provide information on allergens in non-prepacked foods? A cross-sectional survey in Switzerland. *Allergo Journal International*. 2022;31(2):43–50. DOI: 10.1007/s40629-021-00191-5. EDN: XEWXKK

14. *Metodicheskie podhody k organizatsii otsenki protsessov proizvodstva (izgotovleniya) pishchevoj produktsii na osnove printsipov HASSP: Metodicheskie rekomendatsii* [Methodological approaches to organizing the assessment of production processes (manufacturing) of food products based on the principles of HACCP: Methodological recommendations]. Moscow: Federal'nyj centr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2015. 35 p. ISBN 978-5-7508-1398-8. (In Russ.)

15. Tulyakova TV, Kryukova EV, Goryacheva ED. *Osnovy proektirovaniya sistem menedzhmenta bezopasnosti: uchebnik. Izd. 2-e, ispr. i dop.* [Fundamentals of designing security management systems: textbook. 2nd ed., corrected. and additional]. Saint Petersburg [and others]: Lan', 2022. 272 p. ISBN 978-5-507-44186-0. (In Russ.)

16. Kryuchenko EV, Kuzlyakina YuA, Zamula VS, Chernukha IM. International practice of allergen management in the food industry. *All about meat*. 2020;(6):4–13. (In Russ.). DOI: 10.21323/2071-2499-2020-6-4-13. EDN: CPEDKT

Сведения об авторах

Крюкова Елизавета Вячеславовна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой безопасности Института управления и агробизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», SPIN-код: 4208-7580, Scopus ID: 220127-020843, Researcher ID: G-7584-2018

Тулякова Татьяна Владимировна – доктор технических наук, старший научный сотрудник кафедры пищевой безопасности Института управления и агробизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», SPIN-код: 3709-7452, Researcher ID: G-7344-2018

Фоменко Наталья Валерьевна – кандидат технических наук, и.о. зав кафедрой пищевой безопасности Института управления и агробизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», SPIN-код: 4462-5847

Павельев Степан Юрьевич – аспирант кафедры пищевой безопасности Института управления и агробизнеса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет»

Information about the authors

Elizaveta V. Kryukova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Safety, Institute of Management and Agribusiness, Russian Biotechnological University, SPIN-code: 4208-7580, Scopus ID: 220127-020843, Researcher ID: G-7584-2018

Tatyana V. Tulyakova – Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher of the Department of Food Safety, Institute of Management and Agribusiness, Russian Biotechnological University, SPIN-code: 3709-7452, Researcher ID: G-7344-2018

Natalya V. Fomenko – Candidate of Technical Sciences, Acting Head of the Department of Food Safety, Institute of Management and Agribusiness, Russian Biotechnological University, SPIN-code: 4462-5847

Stepan Yu. Pavelyev – Postgraduate Student, Department of Food Safety, Institute of Management and Agribusiness, Russian Biotechnological University

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 15.05.2026;
одобрена после рецензирования 04.06.2026;
принята к публикации 11.06.2026.*

*The article was submitted 15.05.2026;
approved after reviewing 04.06.2026;
accepted for publication 11.06.2026.*

Научная статья

УДК 664.7:633.15:577.15

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-139-147

Влияние биокаталитических и физических факторов замачивания на содержание фитиновой кислоты в зерне гибрида кукурузы BAZOKA

Диомед Нзейимана¹, Наталья Алексеевна Бугаец^{✉2}, Ольга Валентиновна Руденко³

^{1,2}Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, Краснодар, Россия, 350072

³Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская, 149, Краснодар, Россия, 350040

¹nzeyimanadiomede@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-2770-6309>

^{✉2}kubanochka23@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4012-8837>

³olga_ned@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1831-621X>

Аннотация. Фитиновая кислота кукурузного зерна образует устойчивые комплексы с минеральными элементами, что обуславливает необходимость технологического снижения ее содержания при подготовке сырья к пищевой переработке. Цель исследования – оценить влияние фитазы, органических кислот, бактериального консорциума и ультразвуковой обработки на содержание фитиновой кислоты в зерне и pH замочной среды при замачивании гибрида кукурузы BAZOKA, выращенного в Республике Бурунди. Зерно замачивали на 4 ч при гидромодуле 1:3. В опытных вариантах использовали экзогенную фитазу, смесь аскорбиновой и лимонной кислот, консорциум молочнокислых и пропионовокислых бактерий и проводили предварительное ультразвуковое воздействие при частоте 40 кГц и мощности 60 Вт в течение 15 мин. Содержание фитиновой кислоты определяли спектрофотометрическим методом с реактивом Вэйда при 510 нм. В контрольном варианте показатель составлял 2,5%. При внесении фитазы он снижался до 2,2%, при сочетании фитазы и органических кислот – до 1,9%. Минимальное содержание фитиновой кислоты, равное 0,9%, установлено при совместном применении фитазы и бактериального консорциума; снижение относительно контроля достигало 64%; pH среды изменялся с 6,42 до 4,40. Предварительная ультразвуковая обработка не усиливала биокаталитическое воздействие: в соответствующих вариантах содержание фитиновой кислоты составляло 2,3 и 2,5%. Среди исследованных сочетаний наиболее результативным было замачивание с фитазой и бактериальным консорциумом без ультразвукового воздействия.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид BAZOKA, фитиновая кислота, фитаза, замачивание, бактериальный консорциум, органические кислоты, ультразвуковая обработка, биомодификация зерна

Для цитирования: Нзейимана Д., Бугаец Н. А., Руденко О. В. Влияние биокаталитических и физических факторов замачивания на содержание фитиновой кислоты в зерне гибрида кукурузы BAZOKA // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 139–147. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-139-147

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории физико-химического анализа Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина за содействие в проведении аналитических исследований.

Финансирование. Исследование выполнено без привлечения внешнего финансирования.

Original article

Effects of biocatalytic and physical soaking factors on phytic acid content in BAZOKA hybrid maize grain

Diomed Nzeyimana¹, Natalya A. Bugaets^{✉2}, Olga V. Rudenko³

^{1,2}Kuban State Technological University, 2 Moskovskaya Street, Krasnodar, Russia, 350072

³Kuban State University, 149 Stavropolskaya Street, Krasnodar, Russia, 350040

¹nzeyimanadiomede@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-2770-6309>

^{✉2}kubanochka23@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4012-8837>

³olga_ned@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1831-621X>

Abstract. Phytic acid in maize grain forms stable complexes with mineral elements, which necessitates technological approaches to reduce its content during raw material preparation for food processing. The study aimed to evaluate the effects of phytase, organic acids, a bacterial consortium, and ultrasonic treatment on phytic acid content in the grain and the pH of the soaking medium for BAZOKA hybrid maize grown in the Republic of Burundi. The grain was soaked for 4 h at a grain-to-liquid ratio of 1:3. The treatments included exogenous phytase, a mixture of ascorbic and citric acids, a consortium of lactic acid and propionic acid bacteria, and preliminary ultrasonic exposure at 40 kHz and 60 W for 15 min. Phytic acid was determined spectrophotometrically with Wade reagent at 510 nm. The control contained 2.5% phytic acid. Phytase reduced the value to 2.2%, whereas phytase combined with organic acids reduced it to 1.9%. The lowest content, 0.9%, was obtained with phytase and the bacterial consortium; this corresponded to a 64% reduction relative to the control, while medium pH changed from 6.42 to 4.40. Preliminary ultrasonic treatment did not enhance the biocatalytic effect: phytic acid contents in the corresponding treatments were 2.3 and 2.5%. Under the experimental conditions, soaking with phytase and the bacterial consortium without ultrasonic treatment was the most effective combination.

Keywords: maize, BAZOKA hybrid, phytic acid, phytase, soaking, bacterial consortium, organic acids, ultrasonic treatment, grain biomodification

For citation: Nzeyimana D, Bugaets NA, Rudenko OV. Effects of biocatalytic and physical soaking factors on phytic acid content in BAZOKA hybrid maize grain. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov*. 2026;(3):139–147. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-139-147

Acknowledgments. The authors acknowledge the staff of the Laboratory of Physicochemical Analysis of Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin for assistance with the analytical studies.

Financial support. The study received no external funding.

Введение. Кукуруза является важным сырьем для производства крупы, муки, крахмалопродуктов и комбинированных пищевых систем. Свойства зерна зависят от генотипа и условий выращивания. Исследование разных гибридов подтверждает влияние агротехнологических факторов на продуктивность и показатели качества, поэтому технологические режимы переработки должны уточняться применительно к конкретному гибриду [1, 2].

Фитиновая кислота представляет собой основную форму запасного фосфора семян и образует комплексы с железом, цинком,

кальцием и магнием. Деградация фитатов при переработке зерновых продуктов способна влиять на усвоение железа [3]. Для кукурузы показано, что сочетание ферментации с замачиванием и проращиванием снижает содержание фитатов и улучшает расчетные показатели доступности железа и цинка [4]. Вместе с тем уменьшение концентрации фитиновой кислоты не следует отождествлять с доказанным повышением биодоступности без прямой оценки минеральной абсорбции.

Замачивание обеспечивает гидратацию зерна, диффузию растворимых соединений и

активацию эндогенных ферментов, однако его результат зависит от структуры сырья. Для измельченной белой кукурузы снижение фитатов усиливалось при сочетании замачивания с другими приемами обработки [5], тогда как в цельном зерне простое водное замачивание было менее результативным [6]. Зависимость последующих преобразований от способа замачивания установлена и для других зерновых культур [7]. В предыдущей работе авторов были определены параметры гидратации кукурузы и сои, но содержание антипитательных соединений не являлось целевым откликом [8].

Экзогенные фитазы катализируют отщепление фосфатных групп от фитата; эффективность процесса определяется активностью препарата, pH, температурой, продолжительностью и доступностью субстрата. Возможность направленной конверсии зерновых полимеров фитолитическими ферментами подтверждена для пшеницы и кукурузы [9], а внесение ферментного препарата на стадии замачивания сопровождалось снижением фитатов в семенах сои [10]. Подкисление органическими кислотами и метаболическая активность бактериальных культур могут формировать среду, благоприятную для эндогенной и экзогенной фитазы. При молочнокислой ферментации зернового теста деградация фитатов была связана прежде всего с созданием соответствующего pH [11]; снижение антипитательных факторов также установлено в ферментированных кукурузных матрицах [12, 13].

Ультразвуковое воздействие рассматривается как способ интенсификации гидратации

и массопереноса. Его применение при подготовке зерна к проращиванию сопровождалось изменением пищевой ценности [14], а для кукурузных зерен – ускорением водопоглощения без существенного изменения свойств крахмала [15]. Физиолого-биохимический ответ кукурузы зависит от режима ультразвука [16, 17], а при обработке зернобобовых культур – также от состава жидкой среды [18]. Следовательно, ускорение гидратации не гарантирует усиления фитазного гидролиза. Практическая востребованность модифицированного и пророщенного зернового сырья подтверждается разработками пищевых продуктов на его основе [19]. Недостаточно изучено совместное влияние фитазы, органических кислот, бактериального консорциума и ультразвуковой предобработки на фитаты цельного зерна кукурузы при кратковременном замачивании.

Цель исследования – оценить влияние фитазы, органических кислот, бактериального консорциума и ультразвуковой обработки на содержание фитиновой кислоты в зерне и pH замочной среды при замачивании гибрида кукурузы BAZOKA.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектом служило зерно гибрида кукурузы (*Zea mays L.*) BAZOKA, выращенное в Республике Бурунди. Базовыми условиями были гидромодуль 1:3 и продолжительность замачивания 4 ч. Эксперимент включал шесть вариантов, различавшихся внесением экзогенной фитазы, смеси органических кислот, бактериального консорциума и предварительным ультразвуковым воздействием (табл. 1).

Таблица 1. Схема обработки зерна гибрида кукурузы BAZOKA
Table 1. Treatment design for BAZOKA hybrid maize grain

№	Условия обработки	Температурный режим
1	Замачивание в воде, контроль	20 °C
2	Фитаза	37 °C
3	Фитаза + органические кислоты	37 °C
4	Фитаза + бактериальный консорциум	37 °C
5	Ультразвук + фитаза + органические кислоты	УЗ: 20–35 °C; далее 37 °C
6	Ультразвук + фитаза + бактериальный консорциум	УЗ: 20–35 °C; далее 37 °C

В вариантах с органическими кислотами в замочную жидкость вносили 0,2% аскорбиновой и 0,1% лимонной кислоты. Для биоло-

гической модификации использовали консорциум молочнокислых и пропионовокислых бактерий: *Lactococcus lactis*, *Streptococcus*

thermophilus, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus* и *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*. Рабочая концентрация препарата в среде составляла $0,5 \cdot 10^9$ КОЕ/см³.

Фитазу вносили в диапазоне 100–200 ед. активности на 1 г зерна. Для фитазной обработки предусматривали температуру 37 °С согласно программе эксперимента.

Ультразвуковую предобработку проводили в дистиллированной воде при частоте 40 кГц и мощности 60 Вт в течение 15 мин. Начальная температура составляла 20 °С и повышалась примерно до 35 °С. После воздействия зерно промывали стерильной водой и переносили в соответствующую среду при гидромодуле 1:3. рН жидкой фазы регистрировали до и после замачивания.

Содержание фитиновой кислоты определяли спектрофотометрическим методом по Вэйду, основанным на взаимодействии фитатов с ионами железа (III) и измерении остаточной концентрации железа в растворе. Метод применяли для сравнительной оценки образцов при идентичной пробоподготовке и условиях анализа.

Экстракцию фитиновой кислоты проводили из навески измельчённого образца массой $5,000 \pm 0,001$ г в 100 см³ раствора соляной кислоты с массовой долей 2,4 % в течение 24 ч при температуре 4–8 °С. В аликвоте экстракта объёмом 1 см³ фитиновую кислоту осаждали добавлением 4 см³ реактива Вэйда. Оптическую плотность измеряли спектрофотометром UNICO 2802S при длине волны 510 нм относительно контрольного раствора [20].

Расчёт содержания фитиновой кислоты ($C_{\text{фк}}$, %) проводили по формуле:

$$C(\text{фк}), \% = \frac{(Fe(III)_н - Fe(III)_{ост}) \cdot 2,9547 \cdot V_k \cdot 100}{V_{ал} \cdot g}, \quad (1)$$

где

$Fe(III)_н$ – начальное количество железа (III), мг;

$Fe(III)_{ост}$ – непрореагировавшее количество железа (III), мг;

2,9547 – коэффициент пересчёта ($M(Fe^{3+} \cdot \text{ФК}) / 4 \times Ar(Fe)$);

V_k – объём раствора 2,4% HCl, взятый для экстракции фитиновой кислоты, мл;

$V_{ал}$ – аликвотный объём экстракта, мл;

g – навеска сырья (5000 мг).

Метод применяли при идентичной пробоподготовке всех образцов. В отличие от инструментальных методов, позволяющих отдельно определять инозитолфосфаты [21], он характеризует суммарный фитатный отклик системы.

Аналитические определения выполнялись в трехкратной повторности. Сопоставлялись контрольный и опытные варианты, а также парные комбинации с ультразвуковой предобработкой и без нее. Работы выполнялись в Кубанском государственном технологическом университете, определение фитиновой кислоты – при участии лаборатории Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина.

Результаты исследования. Влияние исследованных сочетаний на рН среды и содержание фитиновой кислоты представлено в таблице 2.

Таблица 2. Влияние технологических факторов на рН и содержание фитиновой кислоты

Table 2. Effects of technological factors on pH and phytic acid content

№	Условия обработки	рН		Фитиновая кислота, %	Снижение к контролю, %
		начало	конец		
1	Замачивание в воде, контроль	6,27	6,25	2,5	0
2	Фитаза	6,32	4,41	2,2	12
3	Фитаза + органические кислоты	3,23	4,35	1,9	24
4	Фитаза + бактериальный консорциум	6,42	4,40	0,9	64
5	Ультразвук + фитаза + органические кислоты	3,23	4,54	2,3	8
6	Ультразвук + фитаза + бактериальный консорциум	5,95	5,80	2,5	0

Примечание. Снижение рассчитано относительно контрольного варианта.

Замачивание в воде практически не изменяло pH и сохраняло наиболее высокое содержание фитиновой кислоты. Это подтверждает ограниченную результативность гидратации цельного зерна как самостоятельного приема. Сходная закономерность установлена для немолотой кукурузы [6], тогда как более выраженный эффект, описанный для муки и дробленого зерна [5], связан с большей доступностью фитата для экстракции и ферментативного воздействия.

Применение экзогенной фитазы снизило показатель на 12% относительно контроля. Умеренная выраженность эффекта может быть связана с локализацией фитата в зародышевой и алейроновой тканях и ограниченным доступом фермента при сохранении целостности зерновки. Зависимость фитолитической конверсии от степени дезинтеграции сырья и условий обработки отмечена ранее [9, 10].

При сочетании фитазы с аскорбиновой и лимонной кислотами снижение достигало 24%, а конечный pH составлял 4,35. Кислая реакция среды могла повышать растворимость фитатных комплексов и приближать условия к области активности внесенной и эндогенной фитазы. Подобный механизм обсуждается для молочнокислой ферментации зернового сырья [11].

Наименьшее содержание фитиновой кислоты (0,9, или на 64% ниже контроля) установлено при совместном применении фитазы и бактериального консорциума. Одновременно pH снижался с 6,42 до 4,40. Направленность изменений согласуется с данными о деградации фитатов в ферментированных кукурузных матрицах [4, 12, 13]. Прямое количественное сопоставление ограничено различиями в состоянии сырья и продолжительности процесса: в опубликованных работах преимущественно исследовали муку, пасты или длительно ферментируемые системы, тогда как здесь использовали цельное зерно и четырехчасовое замачивание.

Ультразвуковая предобработка не усилила действие кислотной и бактериальной систем. В обеих парных комбинациях содержание фитиновой кислоты после ультразвука было

выше, чем без него; при сочетании ультразвука, фитазы и бактериального консорциума показатель достиг контрольного уровня. Следовательно, ускорение гидратации не тождественно повышению эффективности фитазного гидролиза. Это не противоречит данным об ускорении водопоглощения зерном кукурузы [15], поскольку фитаты в той работе не оценивали. Другие исследования также указывают на зависимость ответа кукурузы и зернобобовых культур от параметров ультразвука и состава среды [16–18].

В ходе ультразвуковой обработки температура повышалась приблизительно с 20 до 35 °C, поэтому наблюдаемый результат отражает совместное действие кавитации и нагрева. Возможной причиной снижения эффективности могло быть изменение активности фитазы или жизнеспособности микроорганизмов, однако это предположение требует отдельной проверки. Наиболее результативным среди исследованных вариантов было замачивание с фитазой и бактериальным консорциумом без ультразвука.

Выводы. При четырехчасовом замачивании зерна гибрида кукурузы BAZOKA применение фитазы снижало содержание фитиновой кислоты с 2,5 до 2,2%, а сочетание фитазы с аскорбиновой и лимонной кислотами – до 1,9%. Наиболее выраженный результат получен при совместном применении фитазы и бактериального консорциума: содержание фитиновой кислоты составляло 0,9%, что на 64% ниже контроля; pH среды снижался с 6,42 до 4,40. Ультразвуковая обработка при частоте 40 кГц и мощности 60 Вт в течение 15 мин не усиливала биокаталитическое воздействие: в соответствующих вариантах показатель составлял 2,3 и 2,5%. Сочетание фитазы и бактериального консорциума без ультразвука может служить основой для дальнейшего уточнения режима биомодификации кукурузного сырья. Для разделения вклада отдельных факторов необходим полный факторный эксперимент с фиксированной дозой фермента, контролем его остаточной активности, жизнеспособности микроорганизмов и содержания фитатов в замочной жидкости.

Список литературы

1. Повышение продуктивности и качества зерна гибрида кукурузы в зависимости от применения микроудобрений / А. Л. Бозиев, Х. Т. Ногмов, К. З. Кашева, М. Ж. Аширбеков // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 16–24. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-16-24. EDN: MSBSMK
2. Разработка элементов технологии возделывания гибридов кукурузы в условиях КБР / В. Г. Сычев, И. М. Ханиева, Ю. М. Шогенов, К. З. Кашева // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 25–33. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-25-33. EDN: OTVKBG
3. Phytate degradation determines the effect of industrial processing and home cooking on iron absorption from cereal-based foods / R.F. Hurrell, M.B. Reddy, J. Burri, J.D. Cook // The British journal of nutrition. 2002. Vol. 88. No. 2. Pp. 117–123. DOI: 10.1079/BJN2002594
4. Nsabimana S., Ismail T., Lazarte C. E. Enhancing iron and zinc bioavailability in maize (*Zea mays*) through phytate reduction: the impact of fermentation alone and in combination with soaking and germination // Frontiers in Nutrition. 2024. Vol. 11. Article 1478155. DOI: 10.3389/fnut.2024.1478155
5. Hotz C., Gibson R.S. Assessment of home-based processing methods to reduce the phytate content and phytate/zinc molar ratio of white maize (*Zea mays*) // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2001. Vol. 49. No. 2. Pp. 692–698. DOI: 10.1021/jf000462w
6. Kruger J., Oelofse A., Taylor J.R.N. Effects of aqueous soaking on the phytate and mineral contents and phytate:mineral ratios of wholegrain normal sorghum and maize and low phytate sorghum // International Journal of Food Sciences and Nutrition. 2014. Vol. 65. No. 5. Pp. 539–546. DOI: 10.3109/09637486.2014.886182
7. Семенюта А. А., Танашкина Т. В. Солодоращение гречихи: способы замачивания зерна и их влияние на качество солода // Вестник КрасГАУ. 2021. № 1(166). С. 143–149. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-1-143-149. EDN: LDVMIO
8. Нзейimana Д., Бугаец Н. А., Руденко О. В. Оптимизация параметров замачивания кукурузы и сои для повышения эффективности проращивания // Новые технологии. 2025. Т. 21. № 4. С. 79–88. DOI: 10.47370/2072-0920-2025-21-4-79-88. EDN: KBYATG
9. Конверсия полимеров зерна пшеницы и кукурузы под влиянием фитолитических и протеолитических ферментов / Л. В. Римарева, М. Б. Оверченко, Е. М. Серб [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 2. С. 374–383. DOI: 10.15389/agrobiology. 2021.2.374rus. EDN: EBFQNJ
10. Челомбиткин М. А. Применение ферментного препарата Ultraflo Max на стадии замачивания семян сои для снижения содержания фитиновой кислоты и ее солей / М. А. Челомбиткин, Н. В. Баракова, А. С. Басковцева, А. В. Нечитайло // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2021. № 3(49). С. 60–65. DOI: 10.17586/2310-1164-2021-14-2-60-65. EDN: HHZNLO
11. The importance of lactic acid bacteria for phytate degradation during cereal dough fermentation / A. Reale, U. Konietzny, R. Coppola [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007. Vol. 55. No. 8. Pp. 2993–2997. DOI: 10.1021/jf063507n
12. Roger T., Ngouné Léopold T., Carl Moses Funtong M. Nutritional properties and antinutritional factors of corn paste (Kutukutu) fermented by different strains of lactic acid bacteria // International Journal of Food Science. 2015. Vol. 2015. Article 502910. DOI: 10.1155/2015/502910.
13. Terefe Z.K., Omwamba M.N., Nduko J.M. Effect of solid state fermentation on proximate composition, antinutritional factors and in vitro protein digestibility of maize flour // Food Science & Nutrition. 2021. Vol. 9. No. 11. Pp. 6343–6352. DOI: 10.1002/fsn3.2599
14. Пономарева Е. И., Алёхина Н. Н., Скворцова О. Б. Изменение пищевой ценности зерна гречихи при проращивании с использованием обработанной ультразвуком воды // Известия вузов. Пищевая технология. 2020. № 1(373). С. 30–33. DOI: 10.26297/0579-3009.2020.1.8. EDN: CPVVCG
15. Miano A.C., Ibarz A., Augusto P.E.D. Ultrasound technology enhances the hydration of corn kernels without affecting their starch properties // Journal of Food Engineering. 2017. Vol. 197. Pp. 34–43. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2016.10.024
16. Effect of ultrasonic induction on the main physiological and biochemical indicators and γ -aminobutyric acid content of maize during germination / L. Zhang, N. Hao, W. Li [et al.] // Foods. 2022. Vol. 11. No. 9. Article 1358. DOI: 10.3390/foods11091358
17. Gong M. Ultrasonic treatment can improve maize seed germination and abiotic stress resistance / M. Gong, M. Kong, Q. Huo [et al.] // BMC Plant Biology. 2024. Vol. 24. Article 758. DOI: 10.1186/s12870-024-05474-x

18. Mazi B.G., Çağlayan K. Ultrasound-assisted soaking and solution effects on the anti-nutritional quality and physical properties of legume seeds // *Food Science & Nutrition*. 2025. Vol. 13. No. 4. Article e70152. DOI: 10.1002/fsn3.70152
19. Снегирева А. В., Мелёшкина Л. Е. Использование пророщенного зерна овса голозерного в технологии смузи // *Ползуновский вестник*. 2022. Т. 1. № 4. С. 187–193. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.024. EDN: CKNPSR
20. Latta M., Eskin M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1980. Vol. 28. No. 6. Pp. 1313–1315. DOI: 10.1021/jf60232a049.
21. Tanilas K., Kriščiunaite T. Development of LC-MS-ESI-TOF method for quantification of phytates in food using ¹³C-labelled maize as internal standard // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2022. Vol. 414. No. 2. Pp. 1539–1552. DOI: 10.1007/s00216-021-03770-1

References

1. Boziev AL, Nogmov KhT, Kasheva KZ, Ashirbekov MZh. Increasing the productivity and grain quality of hybrid corn depending on the use of microfertilizers. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2024;(2):16–24. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-16-24. EDN: MSBSMK
2. Sychev VG, Khanieva IM, Shogenov YuM, Kasheva KZ. Development of elements of maize hybrid cultivation technology under the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2024;(2):25–33. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2024-2-44-25-33. EDN: OTVKBG
3. Hurrell RF, Reddy MB, Burri J, Cook JD. Phytate degradation determines the effect of industrial processing and home cooking on iron absorption from cereal-based foods. *The British journal of nutrition*. 2002;88(2):117–123. DOI: 10.1079/BJN2002594
4. Nsabimana S, Ismail T, Lazarte CE. Enhancing iron and zinc bioavailability in maize (*Zea mays*) through phytate reduction: the impact of fermentation alone and in combination with soaking and germination. *Frontiers in Nutrition*. 2024;11:1478155. DOI: 10.3389/fnut.2024.1478155
5. Hotz C, Gibson RS. Assessment of home-based processing methods to reduce the phytate content and phytate/zinc molar ratio of white maize (*Zea mays*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001;49(2):692–698. DOI: 10.1021/jf000462w
6. Kruger J, Oelofse A, Taylor JRN. Effects of aqueous soaking on the phytate and mineral contents and phytate:mineral ratios of wholegrain normal sorghum and maize and low phytate sorghum. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2014;65(5):539–546. DOI: 10.3109/09637486.2014.886182
7. Semenyuta AA, Tanashkina TV. Buckwheat malting: grain steeping methods and their influence on malt quality. *Bulletin of KSAU*. 2021;(1):143–149. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2021-1-143-149. EDN: LDVMIO
8. Nzeyimana D, Bugaets NA, Rudenko OV. Optimization of corn and soybean soaking parameters to improve germination efficiency. *Novye tekhnologii*. 2025;21(4):79–88. (In Russ.). DOI: 10.47370/2072-0920-2025-21-4-79-88. EDN: KBYATG
9. Rimareva LV, Overchenko MB, Serba EM [et al.]. Influence of phytolytic and proteolytic enzymes on conversion of wheat and corn grain polymers. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2021;56(2):374–383. (In Russ.). DOI: 10.15389/agrobiology.2021.2.374rus. EDN: EBFQNJ
10. Chelombitkin MA, Barakova NV, Baskovtseva AS, Nechitaylo AV. Using the enzyme Ultraflo Max to reduce phytic acid and phytates in soybeans during steeping. *Scientific Journal Processes and Food Production Equipment*. 2021;(3):60–65. (In Russ.). DOI: 10.17586/2310-1164-2021-14-2-60-65. EDN: HHZNLO
11. Reale A, Konietzny U, Coppola R [et al.]. The importance of lactic acid bacteria for phytate degradation during cereal dough fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(8):2993–2997. DOI: 10.1021/jf063507n
12. Roger T, Ngouné Léopold T, Carl Moses Funtong M. Nutritional properties and antinutritional factors of corn paste (Kutukutu) fermented by different strains of lactic acid bacteria. *International Journal of Food Science*. 2015;2015:502910. DOI: 10.1155/2015/502910
13. Terefe ZK, Omwamba MN, Nduko JM. Effect of solid state fermentation on proximate composition, antinutritional factors and in vitro protein digestibility of maize flour. *Food Science & Nutrition*. 2021;9(11):6343–6352. DOI: 10.1002/fsn3.2599

14. Ponomareva EI, Alekhina NN, Skvortsova OB. Changing the nutritional value of buckwheat grains when germination with using ultrasound-treated water. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2020;(1):30–33. (In Russ.). DOI: 10.26297/0579-3009.2020.1.8. EDN: CPVVCG
15. Miano AC, Ibarz A, Augusto PED. Ultrasound technology enhances the hydration of corn kernels without affecting their starch properties. *Journal of Food Engineering*. 2017;197:34–43. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2016.10.024
16. Zhang L, Hao N, Li W [et al.]. Effect of ultrasonic induction on the main physiological and biochemical indicators and γ -aminobutyric acid content of maize during germination. *Foods*. 2022;11(9):1358. DOI: 10.3390/foods11091358
17. Gong M, Kong M, Huo Q [et al.]. Ultrasonic treatment can improve maize seed germination and abiotic stress resistance. *BMC Plant Biology*. 2024;24:758. DOI: 10.1186/s12870-024-05474-x
18. Mazi BG, Çağlayan K. Ultrasound-assisted soaking and solution effects on the anti-nutritional quality and physical properties of legume seeds. *Food Science & Nutrition*. 2025;13(4):e70152. DOI: 10.1002/fsn3.70152
19. Snegireva AV, Meleshkina LE. Use of sprouted grain of naked oats in smoothie technology. *Polzunovskiy vestnik*. 2022;1(4):187–193. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.024. EDN: CKNPSR
20. Latta M, Eskin M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J Agric Food Chem*. 1980;28(6):1313–1315. DOI: 10.1021/jf60232a049
21. Tanilas K, Kriščiunaite T. Development of LC-MS-ESI-TOF method for quantification of phytates in food using ^{13}C -labelled maize as internal standard. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2022;414(2):1539–1552. DOI: 10.1007/s00216-021-03770-1

Сведения об авторах

Нзейимана Диомед – аспирант по научной специальности 4.3.3. Пищевые системы, кафедра общественного питания и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Кубанский государственный технологический университет», SPIN-код: 1373-7424

Бугаец Наталья Алексеевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры общественного питания и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Кубанский государственный технологический университет», SPIN-код: 7790-3426

Руденко Ольга Валентиновна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры вычислительных технологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Кубанский государственный университет», SPIN-код: 7989-4286

Information about the authors

Diomed Nzeyimana – Postgraduate Student in scientific specialty 4.3.3 Food Systems, Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University, SPIN-code: 1373-7424

Natalya A. Bugaets – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; SPIN-code: 7790-3426

Olga V. Rudenko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Technologies, Kuban State University, SPIN-code: 7989-4286

Авторский вклад. Д. Нзейимана – проведение эксперимента, подготовка зерна и образцов, сбор первичных данных; Н. А. Бугаец – концепция, постановка задачи, методология, интерпретация результатов, подготовка и редактирование рукописи, руководство исследованием; О. В. Руденко – обработка и систематизация данных, расчеты, сравнительный анализ, участие в интерпретации и редактировании. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант.

Author contributions. *Nzeyimana D.* – experimental work, sample preparation, and primary data collection; *Bugaets N. A.* – conception, methodology, interpretation, manuscript preparation and editing, and supervision; *Rudenko O. V.* – data processing, calculations, comparative analysis, interpretation, and editing. The authors declare no conflict of interest.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 23.06.2026;
одобрена после рецензирования 14.07.2026;
принята к публикации 21.07.2026.*

*The article was submitted 23.06.2026;
approved after reviewing 14.07.2026;
accepted for publication 21.07.2026.*

Научная статья

УДК 664.8

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-148-156

Оценка содержания и структуры полифенолов в некультивируемых растениях

Алла Смалиевна Хамицаева^{✉1}, Светлана Заурбековна Алборова²,
Бела Таймуразовна Хетагурова³, Ирена Таймуразовна Караева⁴

^{1,2,3}Горский государственный аграрный университет», улица Кирова, 47, Владикавказ, Россия, 362019

⁴Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова, улица Ватутина, 44-46, Владикавказ, Россия, 362021

^{✉1}allahamicaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3894-9620>

²alborovasz@mail.ru

³bellahetagurova@mail.ru

⁴irena.karaeva@yandex.ru

Аннотация. Полифенолы – органические соединения, которые содержатся в дикорастущем растительном сырье и обладают сильным антиоксидантным эффектом. Цель исследования – выявление полифенольного состава некультивируемых растений и оценка его изменения в результате сушки и хранения. Сбор дикорастущих растений проводился в Дигорском ущелье Ирафского района в РСО – Алания. В качестве объектов исследования были выбраны люпин белый, люпин желтый, цикорий, лебеда и модифицированные продукты, полученные из них (высушенные, измельченные органы растений и экстракты из модифицированных продуктов). Уровень полифенолов (2,8–6,7%) значительно варьируется в зависимости от вида растительного материала и его конкретной части. Максимальное содержание полифенолов характерно для подземных органов цикория (корни и корневища). В вегетативных органах лебеды (стебли и листья) полифенолы присутствуют лишь в небольших количествах. В составе полифенолов идентифицированы оксибензойная, галловая, эллаговая, о-протокатеховая, феруловая, п-кумаровая и кофейная кислоты. Флавонолы являются преобладающим классом соединений в составе полифенолов. Их количество (%) составляет в листьях и соцветиях люпина желтого 30, люпина белого и лебеды 57, в листьях и стеблях цикория 58, корнях и корневищах цикория 59. Содержание антоцианов изменяется в пределах от 0 до 53%, а суммы алкалоидов – от 9,3 до 45,7% в зависимости от вида сырья. Наибольшая массовая доля суммы алкалоидов выявлена в листьях и стеблях цикория. При ИК-сушке сырья количество полифенолов снижается на 11–50%. Хранение порошков дикорастущих растений в течение 24 месяцев при температуре 20±5 °С приводит к снижению концентрации флавоноидов на 9–21%.

Ключевые слова: некультивируемые растения, люпин желтый, люпин белый, лебеда, цикорий, полифенолы, флавоноиды.

Для цитирования: Хамицаева А. С., Алборова С. З., Хетагурова Б. Т., Караева И. Т. Оценка содержания и структуры полифенолов в некультивируемых растениях // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 148–156. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-148-156

Original article

Assessment of the content and structure of polyphenols in non-cultivated plants

Alla S. Khamitsaeva^{✉1}, Svetlana Z. Alborova², Bela T. Khetagurova³, Irena T. Karaeva⁴

^{1,2,3}Gorsky State Agrarian University, 47 Kirova Street, Vladikavkaz, Russia, 362019

⁴North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov, 44-46 Vatutina Street, Vladikavkaz, Russia, 362021

^{✉1}allahamicaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3894-9620>

²alborovasz@mail.ru

³bellahetagurova@mail.ru

⁴irena.karaeva@yandex.ru

Abstract. Polyphenols are organic compounds found in wild plant materials that possess strong antioxidant properties. The aim of this study was to identify the polyphenolic composition of uncultivated plants and evaluate its changes during drying and storage. Wild plants were collected in the Digor Gorge of the Irafsky District of the Republic of North Ossetia-Alania. The study subjects were white lupine, yellow lupine, chicory, orach, and modified products obtained from them (dried, ground plant parts and extracts obtained from these products). Polyphenol levels (2.8–6.7%) vary significantly depending on the type of plant material and its specific part. The highest polyphenol content is characteristic of the underground parts of chicory (roots and rhizomes). In the vegetative parts of orach (stems and leaves), polyphenols are present only in small quantities. Polyphenols include oxybenzoic, gallic, ellagic, o-protocatechuic, ferulic, n-coumaric, and caffeic acids. Flavonols are the predominant class of compounds in polyphenols. Their content (%) is 30 in the leaves and inflorescences of yellow lupine, 57 in white lupine and orach, 58 in the leaves and stems of chicory, and 59 in the roots and rhizomes of chicory. The content of anthocyanins varies from 0 to 53%, and the total alkaloids range from 9.3 to 45.7% depending on the type of raw material. The highest mass fraction of the total alkaloids was found in the leaves and stems of chicory. During IR drying of raw materials, the amount of polyphenols decreases by 11–50%. Storage of wild plant powders for 24 months at a temperature of 20±5 °C leads to a decrease in the concentration of flavonoids by 9–21%.

Keywords: uncultivated plants, yellow lupine, white lupine, quinoa, chicory, polyphenols, flavonoids

For citation: Khamitsaeva AS, Alborova SZ, Khetagurova BT, Karaeva IT. Assessment of the content and structure of polyphenols in non-cultivated plants. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2026;(3):148–156. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-148-156

Введение. Дикорастущие растения – богатый источник полифенольных соединений, синтезируемых и накапливаемых ими естественным образом.

Характеристики этих соединений – качественный и количественный состав, а также проявляемая ими биологическая активность – находятся в прямой зависимости от множества факторов. К ним относятся условия окружающей среды, в которых произрастает растение, его видовая принадлежность и конкретная часть, используемая для анализа [1–3].

Ученые сделали важное открытие, заключающееся в том, что полифенольные соединения, синтезируемые и накапливаемые дикорастущими растениями, особенно флавоно-

лы, антоцианы и др., играют ключевую роль в поддержании здоровья человека [3, 4–7].

Особо стоит отметить, что последние научные достижения пролили свет на критически существенную биологическую роль полифенольных соединений – они демонстрируют выраженные профилактические и терапевтические эффекты, включая регуляцию процессов роста, снижение проницаемости и ломкости сосудистой стенки, а также антигеморрагическое действие [8–10].

Целью исследования являлось выявление полифенольного состава некультивируемых растений и оценка его изменения в результате сушки и хранения.

Задачи для выполнения поставленной цели:

- исследование суммарного содержания полифенольных соединений в различных анатомических частях дикорастущего сырья;
- исследование содержания полифенольных соединений в экстрактах порошков некультивируемых растений;
- исследование динамики содержания флавоноидов при ИК-сушке сырья;
- исследование динамики содержания флавоноидов в процессе хранения порошков.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве объектов исследования выбраны некультивируемое растительное сырье, широко распространенное в РСО – Алаania: люпин белый; люпин желтый; цикорий; лебеда; модифицированные продукты, полученные из выбранных нативных дикорастущих растений (высушенный, измельченный люпин белый; высушенный, измельченный люпин желтый; высушенный, измельченный цикорий; высушенная, измельченная лебеда; экстракты, полученные из модифицированных продуктов).

Сбор исследуемых дикорастущих растений проводился в Ирафском районе Дигорского ущелья в РСО – Алаania.

Отбор и подготовку проб растительного сырья выполняли по ГОСТ Р 58588-2019 «Отбор и подготовка растительных проб для изотопного анализа».

Экстракты модифицированных продуктов получали методом мацерации: порошки заливали экстрагентом (вода, спирт) и настаивали в закрытой емкости с перемешиванием в течение 3 суток.

Количественное определение полифенольных соединений проводили по методике, основанной на предварительном разделении их с помощью двухмерной хроматографии на бумаге с последующим спектрофотометрированием элюатов.

Спектры поглощения флавоноидов состояли из двух основных полос: полосы I (300–380 нм), полосы II (240–295 нм). У некоторых флавоноидов полоса поглощения смещалась в сторону 400–500 нм [11].

Проведено исследование влияния сушки и последующего хранения порошкообразного растительного сырья на содержание флавоноидов.

Образцы хранились при контролируемой температуре (20 ± 5 °C) в течение 24 месяцев.

Результаты исследования. В ходе изучения нативного дикорастущего растительного сырья было обнаружено присутствие в нем полифенольных соединений, существующих в форме мономеров (катехины), димеров (антоцианы) и полимеров (флавоны, флавонолы, танины). Результаты представлены на рисунке 1.

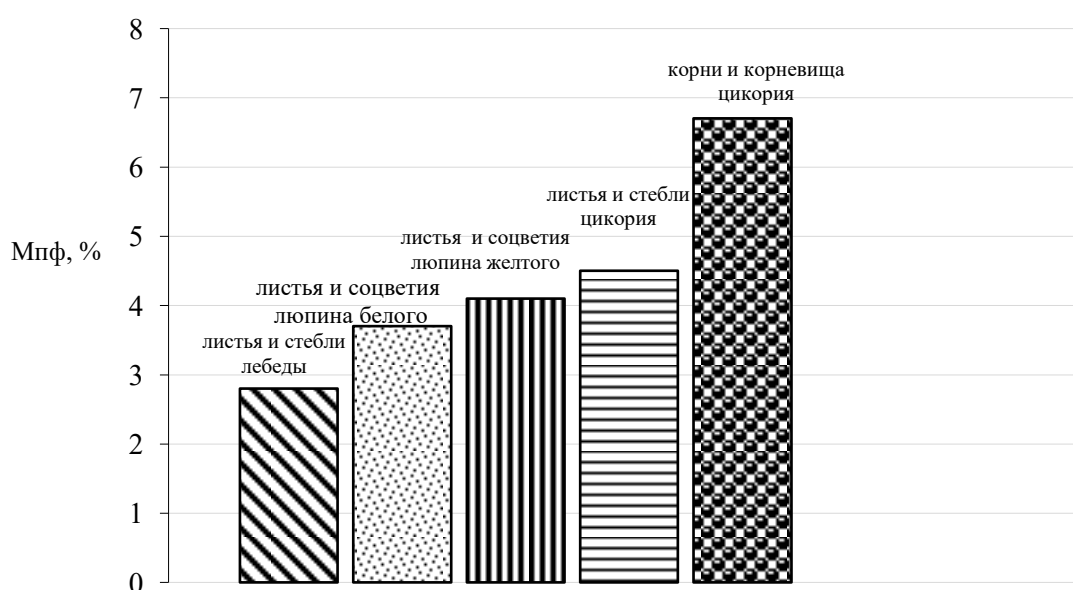


Рисунок 1. Полифенолы в различных анатомических частях свежего растительного сырья
Figure 1. Total content of phenolic compounds in various anatomical parts of wild-growing raw materials

Анализ данных, представленных на рисунке 1, выявляет наличие полифенолов во всех исследованных анатомических структурах дикорастущего сырья. Примечательно, что уровень этих соединений значительно колеблется в зависимости от вида растительного материала и его конкретной части.

Максимальное содержание полифенолов характерно для подземных органов цикория – его корней и корневищ. При этом в вегетативных частях лебеде (стеблях и листьях) эти вещества присутствуют лишь в небольших количествах.

Идентификация полифенолов была осуществлена посредством сопоставления полученных результатов с референсными образцами. На основе качественных реакций были обнаружены: п-оксibenзойная, галловая, эл-

лаговая и о-протокатеховая кислоты, классифицируемые как С6–С1, а также феруловая, п-кумаровая и кофейная кислоты, относящиеся к категории С6–С3.

Диапазон концентрации полифенолов (2,8–6,7%), включающий такие кислоты, как оксibenзойная, галловая, эллаговая, о-протокатеховая, феруловая, п-кумаровая и кофейная, является определяющим фактором их мощного антиоксидантного, противовоспалительного и клеточно-защитного действия.

Хроматографическое разделение и спектрофотометрическое определение пeтeн при длинах волн 240–500 нм позволило количественно оценить содержание полифенольных соединений (рис. 2).

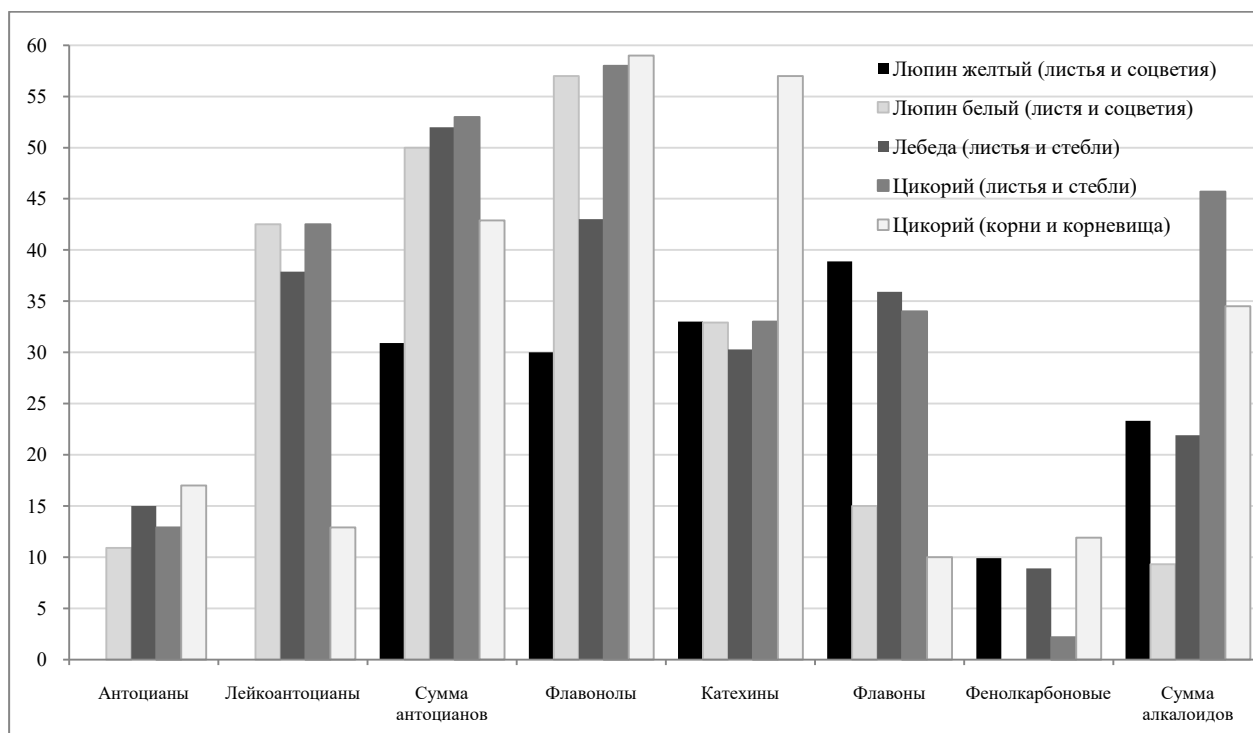


Рисунок 2. Полифенолы в экстрактах порошков некультивируемых растений
Figure 2. Polyphenols in extracts of uncultivated plant powders

Все анализируемые объекты содержат полный спектр изучаемых полифенолов.

Исследования показали, что флавонолы являются преобладающим классом соединений в изучаемых растениях. Их количество (%) составляет в люпине желтом (листья и соцветия) 30, люпине белом (листья и соцветия) 57, лебеде (листья и стебли) 57, цикории

(листья и стебли) 58, цикории (корни и корневища) 59.

Наибольшая концентрация флавонолов была обнаружена в корнях и корневищах цикория, тогда как наименьшее их содержание наблюдалось в стеблях и листьях лебеде. Искомые количества флавонолов обладают нейтрализующим эффектом свободных радика-

лов, предотвращая окислительный стресс и замедляя старение клеток.

Исследование полифенолов в экстрактах порошков дикорастущих растений подтверждает, что они являются неплохим источником антоцианов. Содержание антоцианов менялось в пределах от 0 до 53% в зависимости от вида сырья. Антоцианы, лейкоантоцианы, катехины, флавоны, фенолкарбоновые кислоты, принадлежащие к полифенольным соединениям, характеризуются антиатеросклеротической активностью.

Их активность основана на ингибировании окисления липопротеидов низкой плотности и повышении концентрации хорошего холестерина в крови. Антиоксидантная активность обусловлена наличием в их структуре групп -ОН, которые могут снижать количество вредных свободных радикалов. В конечном итоге установленное количество антоцианов может регулировать замедление образования атеросклеротических бляшек.

Алкалоиды обладают рядом фармакологических свойств, влияющих на здоровье человека, таких как противораковое, противовоспалительное, противомалярийное, противомикробное, антигипертензивное, противодиабетическое и антиоксидантное. Поскольку организм человека практически не синтезирует алкалоиды, их необходимо получать с пищей. Для предотвращения дефицита алкалоидов в организме важно знать, в каких количествах и когда их следует употреблять.

Наибольшая массовая доля суммы алкалоидов выявлена в цикории (листьях и стеблях). Установленные количества суммы алкалоидов в исследуемых объектах составляют 9,3–45,7%, что позволяет обеспечить профилактические и терапевтические эффекты.

Изучено содержание флавонолов в высушенном ИК-излучением дикорастущем сырье (рис. 3).

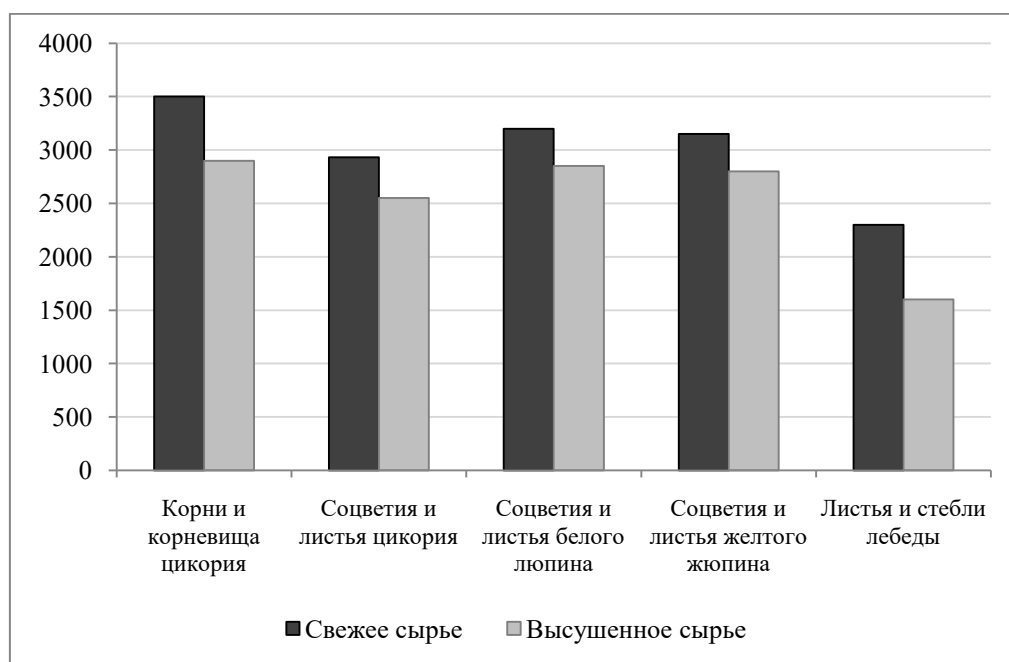


Рисунок 3. Изменение содержания флавоноидов при ИК-сушке сырья, мг/100 г прод.
Figure 3. Change in flavonoid content during IR drying of raw materials, mg/100 g prod.

В процессе сушки существенным изменениям из флавоноидов подвергаются антоцианы. Эти изменения связаны с тем, что некоторые полифенолы легко окисляются и способны образовывать полимерные соединения различной молекулярной массы. Из данных диаграммы видно, что в исследуемых образцах

дикорастущих растений количество полифенолов при сушке уменьшается на 11–50%.

Изучено влияние 24-месячного хранения порошков дикорастущих растений при температуре 20 ± 5 °C на содержание флавоноидов (рис. 4).

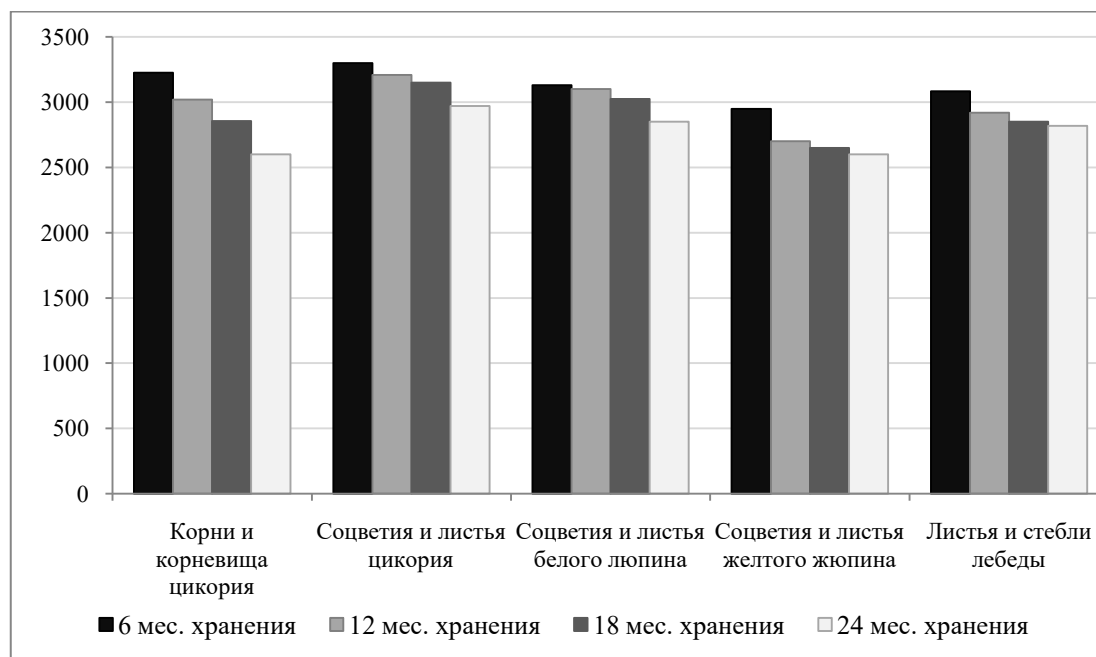


Рисунок 4. Изменение содержания флавоноидов в процессе хранения порошков, мг/100 г прод.
Figure 4. Changes in the content of flavonols during storage of powders, mg/100 g of prod.

В ходе хранения порошков дикорастущего сырья аналогично процессу сушки наблюдаются существенные деградационные изменения в химической структуре флавоноидов. Через 24 месяца хранения сырья зафиксировано снижение их концентрации на 9–21%. Данные трансформации обусловлены высокой реакционной способностью антоцианов к окислению и их способностью к полимеризации с образованием различных органических соединений.

Выводы. Количественное содержание полифенолов в анализируемых объектах находится в пределах: флавонолы 30–59%, антоцианы 0–53%, катехины 30–57%, флавоны 10–38%.

Адекватные уровни потребления фенольных соединений составляют: для флавонолов 30 мг/сутки, антоцианинов 50 мг/сутки, флавонов 10 мг/сутки, катехинов 100 мг/сутки (Нормы физиологических потребностей в

энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21).

Комплексное использование полифенолов, извлеченных из некультивируемых растений, в производстве функциональных продуктов питания демонстрирует потенциал для улучшения общего состояния здоровья и восстановления внутреннего равновесия (гомеостаза) человеческого организма.

Изучение процессов сушки и хранения порошков некультивируемых растений позволило получить результаты, которые характеризуют некоторое снижение концентрации полифенолов в исследуемых объектах.

Указанные изменения являются прямым следствием легкой окисляемости антоцианов и их склонности к формированию полимерных соединений с широким спектром молекулярных масс.

Список литературы

1. Садовой В. В., Хамицаева А. С. Исследование молекулярных характеристик биологически активных добавок // Методические аспекты современного цифрового образования: тенденции и инновационные решения: материалы Всероссийской (национальной) научно-методической конференции, Ставрополь, 28 февраля 2024 года. Краснодар: Российское энергетическое агентство, 2024. С. 126–133. EDN: PUZQNI

2. Тутельян В. А., Лашнева Н. В. Биологически активные вещества растительного происхождения. Флаваноны: пищевые источники, биодоступность, влияние на ферменты метаболизма ксенобиотиков // Вопросы питания. 2011. Т. 80. № 5. С. 4. EDN: TJFVUP
3. Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention / V.V. Sadovoy, T.V. Shchedrina, V.V. Melentyeva, A.S. Khamitsaeva // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. 2018. Vol. 9. No. 4. Pp. 1620–1625. EDN: YQEDNZ
4. Хамицаева А. С., Волох Е. Ю., Цаллаева Л. Б. Компьютерное моделирование рецептур мясных изделий с добавлением БАД // Актуальные вопросы экономики: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки и образования РФ, Заслуженного работника сельского хозяйства РСО – Алания, доктора экономических наук, профессора Б. Б. Басаева, Владикавказ, 22–23 марта 2023. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2023. Т. 1. С. 306–309. EDN: WUKMLW
5. Алборова А. О., Дзюва А. А. Инновационные продукты питания функционального назначения // Студенческая наука – агропромышленному комплексу: научные труды студентов Горского государственного аграрного университета. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. Т. 54. Ч. 2. С. 312–314. EDN: ZTZKUF
6. Обоснование целесообразности использования нетрадиционного растительного сырья в технологии мучных изделий / А. С. Хамицаева, Ф. Л. Кудзиева, А. С. Царуева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017. № 1(355). С. 13–16. EDN: YHESLP
7. Research of rheological parameters of flour suspensions / A.T. Vasyukova, I.U. Kusova, M.M. Dysheikova [et al.] // Scientific research of the SCO countries: synergy and integration: Proceedings of the International Conference, Beijing. Уфа: Инфинити, 2023. Pp. 227–234. EDN: TADPSS
8. Modeling of lipolysis in the human body and the methodology for developing technology of supplements for obesity prevention considering the utilization of food industry by-products / V. Sadovoy, N. Barakova, A. Baskovtceva [et al.] // Frontiers in Nutrition. 2023. Vol. 10. DOI: 10.3389/fnut.2023.1264477. EDN: MTLNOK
9. Development of a food antioxidant additive technology out of grape pomace / V.V. Sadovoy, T.V. Voblikova, A.V. Morgunova, A.V. Permyakov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Сер. "International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials – Technology of Processing, Storage and Recycling of Plant Crops", Voronezh, 26–29 февраля 2020 года. IOP Publishing Ltd., 2021. Vol. 640. P. 022080. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022080. EDN: DNHGRJ
10. Использование нетрадиционного растительного сырья в технологии мучных изделий / А. С. Хамицаева, Ф. Л. Кудзиева, Ф. И. Будаев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017. № 4(358). С. 35–39. EDN: ZIASSZ
11. Куркина А. В. Актуальные аспекты стандартизации лекарственного растительного сырья, содержащего флавоноиды // Бюллетень сибирской медицины. 2011. Т. 10. № 5. С. 150–154. EDN: OJHKQX

References

1. Sadovoy VV, Khamitsaeva AS. Study of molecular characteristics of biologically active additives. *Metodicheskie aspekty sovremennogo tsifrovogo obrazovaniya: tendentsii i innovatsionnye resheniya: materialy Vserossiyskoj (natsional'noj) nauchno-metodicheskoy konferentsii, Stavropol', 28 fevralya 2024 goda* [Methodological aspects of modern digital education: trends and innovative solutions: Proceedings of the All-Russian (national) scientific and methodological conference Text electronic publication, Stavropol, 2024 February 28]. Krasnodar: Rossijskoe energeticheskoe agentstvo, 2024. (In Russ.). Pp. 126–133. EDN: PUZQHI
2. Tutelyan VA, Lashneva NV. Biological active substances of plant origin. Flavanones: dietary sources, bioavailability, the influence on xenobiotic metabolizing enzymes. *Voprosy pitaniia*. 2011;80(5):4. (In Russ.). EDN: TJFVUP
3. Sadovoy VV, Shchedrina TV, Melentyeva VV, Khamitsaeva AS. Forecasting the molecular properties of dietary supplement used in the recipe of foodstuff for diabetes mellitus prevention. *Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences*. 2018;9(4):1620–1625. EDN: YQEDNZ
4. Khamitsaeva AS, Volokh EY., Tsallaeva LB. Computer modeling of meat product recipes with the addition of dietary supplements. *Aktual'nye voprosy ekonomiki: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki i obrazovaniya RF, Zasluzhennogo rabotnika sel'skogo khozyajstva RSO – Alaniya, doktora ekonomicheskikh nauk, professora B. B. Basaeva, Vladikavkaz, 22–23 marta 2023*. [Current issues in economics: Proceedings of the international

scientific and practical conference dedicated to the memory of the Honored Worker of Science and Education of the Russian Federation, Honored Worker of Agriculture of the Republic of North Ossetia-Alania, Doctor of Economics, Professor Boris Beshtauovich Basayev, Vladikavkaz, March 22–23, 2023]. Vladikavkaz: Gorskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2023;1:306–309. (In Russ.). EDN WUKMLW

5. Alborova AO, Dziova AA. Innovative functional food products. *Studencheskaya nauka – agropromyshlennomu kompleksu: Nauchnye trudy studentov Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Student science – for the agro-industrial complex: scientific works of students of the Gorskij state agrarian university]. Vladikavkaz: Gorskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. 2017;54(P. 2):312–314. (In Russ.). EDN: ZTZKUF

6. Khamitsaeva AS, Kudzieva FL, Tsarueva AS [et al.]. Justification of the feasibility of using non-traditional plant materials in the technology of flour products. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2017;(1):13–16. (In Russ.). EDN YHESLP

7. Vasyukova AT, Kusova IU, Dyshekova MM [et al.]. Research of rheological parameters of flour suspensions. *Scientific research of the SCO countries: synergy and integration: Proceedings of the International Conference, Beijing, January 13, 2023*. Ufa: Infiniti, 2023. Pp. 227–234. EDN: TADPSS

8. Sadovoy V, Barakova N, Baskovtceva A [et al.]. Modeling of lipolysis in the human body and the methodology for developing technology of supplements for obesity prevention considering the utilization of food industry by-products. *Frontiers in Nutrition*. 2023;10:1264477. DOI: 10.3389/fnut.2023.1264477. EDN: MTLNOK

9. Sadovoy VV, Voblikova TV, Morgunova AV, Permyakov AV. Development of a food antioxidant additive technology out of grape pomace. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Voronezh, February 26–29, 2020*. Voronezh. 2021;640:022080. DOI: 10.1088/1755-1315/640/2/022080. EDN: DNHGRJ

10. Khamitsaeva AS, Kudzieva FL, Budaev FI [et al.]. Use of non-traditional plant materials in the technology of flour products. *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2017;(4):35–39. (In Russ.). EDN: ZIASSZ

11. Kurkina AV. Actual aspects of standardization of medicinal vegetative raw materials containing flavonoids. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2011;10(5):150–154. (In Russ.). EDN: OJHKQX

Сведения об авторах

Хамицаева Алла Смалиевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии продукции и организации общественного питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 7375-5496, Scopus ID: 57203266828

Алборова Светлана Заурбековна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры естественно-научных дисциплин, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 6682-6050

Хетагурова Бела Таймуразовна – старший преподаватель кафедры ветеринарии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 2186-1184

Караева Ирена Таймуразовна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова. SPIN-код: 2072-1947

Information about the authors

Alla S. Khamitsaeva – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Product Technology and Public Catering Organization, Gorskij State Agrarian University, SPIN-code: 7375-5496

Svetlana Z. Alborova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Natural Sciences, Gorskij State Agrarian University, SPIN-code: 6682-6050

Bela T. Khetagurova – Senior Lecturer at the Department of Veterinary Medicine and Veterinary Sanitary Expertise, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 2186-1184

Irena T. Karaeva – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Food Technology, North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, SPIN-code: 2072-1947

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 26.03.2026;
одобрена после рецензирования 17.04.2026;
принята к публикации 11.06.2026.*

*The article was submitted 26.03.2026;
approved after reviewing 17.04.2026;
accepted for publication 11.06.2026.*

Научная статья

УДК 663.31

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-157-162

Разработка технологии производства сидра из сортосмесей яблок зимних сроков созревания

Мадина Борисовна ХоконоваКабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

Аннотация. Данная работа посвящена разработке технологии производства сидра с высокими органолептическими показателями за счет использования сортосмеси яблок и бактерий для яблочномолочного брожения в условиях Кабардино-Балкарской Республики. Исследование проводилось в условиях ООО «Эльбрус-Спиритс» и на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Кабардино-Балкарского ГАУ в 2024–2025 гг. Объектом исследования служили яблоки зимних сроков созревания Айдаред, Ред Делишес, Голден Делишес, Гренни Смит, а также сортосмесь яблок (по 25% от общей массы в выборке), бактерии Lactoenos 450 PreAc и готовый сидр. Бактерии Lactoenos 450 PreAc применяли в дозировке 50 г/г. Сусло сбраживали при температуре 16–18 °C в течение 3–4 суток. Готовый виноматериал выдерживали для созревания в течение 4–5 дней. Представлена характеристика процесса производства сидра с использованием бактерий для яблочномолочного брожения. Приведенные данные показывают, что полученный сидр слабоалкогольный с содержанием спирта 1,6 об.%. Установлено, что сортовые особенности яблок оказывают большое влияние на оценку технической зрелости яблок, выход сусла, на его органолептические и физико-химические показатели. Наибольший выход сока получен при переработке яблок сорта Айдаред и приготовленной сортосмеси. Значение антиоксидантной активности во время ферментации уменьшилось во всех образцах. В сброженном сусле сортосмеси отмечены наивысшие показатели антиоксидантной активности. По органолептическим и физико-химическим показателям предлагаемый сидр соответствует нормативно-технической документации.

Ключевые слова: плоды яблони, сортосмесь, сидр, антиоксидантная активность, молочнокислое брожение, показатели качества

Для цитирования. Хоконова М. Б. Разработка технологии производства сидра из сортосмесей яблок зимних сроков созревания // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 157–162. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-157-162

Original article

Development of a technology for producing cider from winter-ripening apple variety mixtures

Madina B. KhokonovaKabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue,
Nalchik, Russia, 360030dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

Abstract. This study focuses on developing a technology for producing cider with high organoleptic properties using a mixture of apple varieties and malolactic fermentation bacteria in the Kabardino-Balkarian Republic. The research was conducted at Elbrus-Spirits LLC and at the Department of Agricultural Production and Processing Technology of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University in 2024–2025. The study subjects were winter-ripening apples Idared, Red Delicious, Golden Delicious, and Granny Smith, as well as a 25% mixture of apple varieties by weight, Lactoenos 450 PreAc bacteria, and finished cider. Lactoenos 450 PreAc bacteria were used at a dosage of 50 g/hl of must. Fermentation was carried out at a temperature of 16–18 °C for 3–4 days. The finished wine material was aged for 4–5 days. A cider production process using malolactic fermentation bacteria is described. The data presented demonstrates that the resulting cider is low-alcohol, with an alcohol content of 1,6% vol. It has been established that apple varietal characteristics significantly influence the assessment of technical maturity, must yield, and its organoleptic and physicochemical properties. The highest juice yield was obtained from processing Idared apples and a prepared variety mix. Antioxidant activity decreased during fermentation in all samples. The highest antioxidant activity values were observed in the fermented wort of the mixed variety. In terms of organoleptic and physicochemical properties, the proposed cider complies with regulatory and technical documentation.

Keywords: apple fruits, variety mix, cider, antioxidant activity, lactic acid fermentation, quality indicators

For citation: Khokonova MB. Development of a technology for producing cider from winter-ripening apple variety mixtures. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):157–162. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-157-162

Введение. В настоящее время актуально использование местного растительного сырья для переработки и производства новых продуктов, разработки и совершенствования технологий, необходимых для удовлетворения потребностей населения [1]. Сидр – популярный напиток в мире. В нашей стране сидр – относительно молодой напиток с содержанием спирта до 6 об.%.

Сырьем для его производства служат плоды яблони – основной плодовой культуры в республике, занимающей до 90% площади.

В нашей республике для производства сидров используются яблоки районированных сортов, преимущественно осенних и зимних сроков созревания, а также возможно использование различных сортосмесей, снятых в стадии технической зрелости с титруемой кислотностью не ниже 7 г/дм³ [2, 3].

В то же время отсутствует целостный и систематизированный анализ рецептуры и оптимальной технологии производства с использованием местных сырьевых ресурсов. В результате на внутреннем рынке все еще присутствует фальсифицированная продукция низкого качества. Следовательно, вопросы технологии яблочного сидра, производимого из местного плодового сырья, выращенного в республике, актуальны.

Целью работы являлась разработка технологии производства сидра с высокими органолептическими показателями за счет использования сортосмеси яблок и бактерий для яблочно-молочного брожения в условиях Кабардино-Балкарской Республики.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование проводилось в условиях ООО «Эльбрус-Спиритс» и на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Кабардино-Балкарского ГАУ в 2024–2025 гг.

Объект исследования – яблоки зимних сроков созревания Айдаред, Ред Делишес, Голден Делишес, Гренни Смит, а также сортосмесь яблок (по 25% массы в выборке), бактерии Lactoenos 450 PreAc и готовый сидр.

Для определения количества сока после взвешивания и измельчения с помощью лабораторной соковыжималки определяли выход в % к массе плодов яблони.

Фракция измельчения составляла 3–5 мм.

Для определения антиоксидантной активности использовали индикаторную систему (Fe(III)/Fe(II)) [4].

Бактерии Lactoenos 450 PreAc применяли в дозировке 50 г/г.л. Сусло сбраживали при температуре 16–18 °C в течение 3–4 суток. Готовый виноматериал выдерживали для созревания в течение 4–5 дней.

Образцы сидра готовили из виноматериалов яблок урожая 2025 года.

Готовый сидр оценивали в соответствии с ГОСТ Р 59170-2020 «Сидры фруктовые и сидры фруктовые ароматизированные. Технические условия»¹.

Результаты исследования. Для производства сидра была использована смесь из не-

скольких сортов яблок, т. к. в одном сорте трудно добиться требуемого баланса сахаров, кислот и танинов, необходимых для получения качественного продукта.

Для этой цели были определены показатели технологической зрелости плодов яблони и приготовленной сортосмеси (табл. 1).

Таблица 1. Оценка технической зрелости яблок
Table 1. Assessment of technical maturity of apples

№ п/п	Сорта	Массовая концентрация сухих веществ, %	Содержание сахара, %	Массовая концентрация титруемых кислот, %	Выход сока, %
1	Айдаред	13,7	12,2	0,63	57,5
2	Ред Делишес	16,7	12,6	0,61	44,3
3	Голден Делишес	15,8	12,5	0,52	48,6
4	Гренни Смит	15,5	12,0	0,57	50,8
5	Сортосмесь	15,7	12,5	0,59	51,6

Полученные данные показывают, что максимальное количество сухих веществ – у сорта Ред Делишес (на 1,1–3,0% превышает другие сорта). Минимальное количество сахаров отмечено у сортов Гренни Смит и Айдаред (12,0–12,2% против 12,5–12,6% у сортов Голден Делишес и Ред Делишес). По показателю титруемой кислотности предел варьируется от 0,52 до 0,63%. Полученная сортосмесь соответствовала концентрации сухих веществ

15,7% при титруемой кислотности 0,59 с содержанием сахара 12,5%. При переработке яблок сорта Айдаред получен максимальный выход сока (на 5,9 и 6,7% выше, чем выход из сортосмеси и сорта Гренни Смит) [5].

Фенольные соединения-катехины, антоцианы, флавонолы, лейкоантоцианы придают терпкость, горьковатость и вяжущие свойства напитку. Антиоксидантная активность сброженного сидра представлена в таблице 2.

Таблица 2. Антиоксидантная активность свежих соков и сброженного сусле
Table 2. Antioxidant activity of fresh juices and fermented wort

Показатель	Антиоксидантная активность, мг/см ³				
	Айдаред	Ред Делишес	Голден Делишес	Гренни Смит	Сортосмесь
В свежем соке	0,567	0,571	0,702	1,095	1,098
В сброженном сусле	0,278	0,294	0,311	0,343	0,352

Полученные данные свидетельствуют о снижении антиоксидантной активности в результате процесса брожения, вызванного окислением фенольных соединений. Максимальные значения отмечены у сортосмеси, минимальные – у свежего сока из плодов яблони сорта Айдаред.

¹ ГОСТ Р 59170-2020. Сидры фруктовые и сидры фруктовые ароматизированные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2020. 12 с.

В сброженном сусле сортосмеси также отмечены наивысшие показатели антиоксидантной активности.

Процесс производства сидра начинали со сбора яблок, которые инспектировали и подвергали послеуборочному дозреванию в течение 2-х недель, затем измельчали для максимального выхода сока с фракцией 3–5 мм. Для увеличения ароматики и выхода сока измельченную массу настаивали в нержавеющей таре в течение 4,5 часов, после чего проводили отжим сока [8–10]. Сок отстаивали в течение 12 часов при температуре 3 °С, сбраживали с помощью бактерий Lactoenos 450 PreAc, затем запускали яблочно-молочное брожение при температуре 16–18 °С в течение 3–4 дней. В указанных условиях яблочно-молочное брожение проходит медленнее и будет способствовать «более чистому» прохождению процесса и минимизации нежелательной деятельности бактерий. Затем сброженное сусло переливали 2–3 раза, т.е. снимали с осадка и направляли на дображивание, этот процесс является желательным, так как при снижении кислотности вкус и аромат сидра становятся более сложными и округленными.

Органолептические показатели готового сидра представлены в таблице 3.

Таблица 3. Органолептические показатели качества сидра
Table 3. Organoleptic quality indicators of cider

Наименование показателя	Сидр	
	по ГОСТу	предлагаемый
Внешний вид	прозрачный, без осадка и посторонних включений	кристально прозрачный, без осадка и посторонних включений
Цвет	от золотистого до золотисто-зеленого	светло-золотистый
Аромат	яблочный	яблочный, округленный, мягкий
Вкус	яблочный	полный, гармоничный, чистый, свежий

Полученные результаты показывают, что органолептические показатели предлагаемого сидра соответствуют нормативно-технической документации.

Физико-химические показатели готового сидра представлены в таблице 4.

Таблица 4. Физико-химические показатели качества сидра
Table 4. Physicochemical indicators of cider quality

Наименование показателя	Сидр	
	по ГОСТу	предлагаемый
Объемная доля этилового спирта, %	1,2–6,0	1,6
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³ : для сухих	не более 4,0	2,4
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту, г/дм ³ , не менее	4,0	5,2
Массовая концентрация остаточного экстракта, г/дм ³ , не менее	12	12
Массовая концентрация летучих кислот в пересчете на уксусную кислоту, г/дм ³ , не более	1,20	1,11
Массовая концентрация лимонной кислоты, г/дм ³ , не более	1,0	0,7
Массовая концентрация общего диоксида серы, мг/дм ³ , не более	200	188
Массовая концентрация сорбиновой кислоты и ее солей в пересчете на сорбиновую кислоту, мг/дм ³ , не более	300	254

Приведенные данные показывают, что полученный сидр слабоалкогольный с содержанием спирта 1,6 об.%. Другие показатели также находятся в пределах нормы и соответствуют нормативно-технической документации.

Выводы. На техническую зрелость яблок, выход суслу или сока, его органолептические и физико-химические показатели оказывает большое влияние выбор сорта. Наибольший

выход сока получен при переработке яблок сорта Айдаред и сортосмеси. На всех вариантах отмечено снижение антиоксидантной активности. В сброженном сусле сортосмеси отмечены наивысшие показатели антиоксидантной активности. По органолептическим и физико-химическим показателям предлагаемый сидр соответствует нормативно-технической документации.

Список литературы

1. Актуальные вопросы реализации стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года // Аналитический вестник. 2017. № 12(669). 55 с.
2. Обзор биотехнологических подходов к производству сидра: роль дрожжевых и бактериальных культур в управлении ферментацией / А. Д. Беляева, В. Д. Попова, В. А. Ячкова [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2025. № 3. С. 45–69. DOI: 10.17586/2310-1164-2025-18-3-45-69. EDN: VSCDHV
3. Ашапкин В. В., Кутуева Л. И., Захарова М. Г. Контроль качества продукции физико-химическими методами: учеб. пособие для студ. вузов. Москва: ДеЛи принт, 2005. 124 с.
4. Определение антиоксидантной активности пищевых продуктов с использованием индикаторной системы Fe (III)/Fe (II) – органический реагент / З. А. Темердашев, Н. В. Храпко, Т. Г. Цюпко, О. Б. Воронова // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т. 72. № 11. С. 15–19. EDN: UDTOGR
5. Хоконова М. Б., Хоконов А. Б. Оценка качественных показателей яблок для производства сидровых виноматериалов // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея, профессора Б. Х. Фиашева. 2021. С. 76–79. EDN: ODCZHB
6. Хоконова М. Б., Дзахмишева И. Ш., Хоконов А. Б. Влияние качества сырья на состав и условия брожения яблочного сока // Пищевая промышленность. 2021. № 11. С. 92–95. DOI: 10.52653/PPI.2021.11.11.012. EDN: XKBSOS
7. Хоконов А. Б., Хоконова М. Б. Изменение химического состава сока яблок при созревании и хранении // Биология в сельском хозяйстве. 2022. № 3(36). С. 32–34. EDN: RBTFJM
8. Белокурова Е. С., Иванченко О. Б. Биотехнология продуктов растительного происхождения: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 232 с. ISBN: 978-5-507-49176-6. EDN: RIIEJR
9. Технология пищевых производств / А. П. Нечаев, И. С. Шуб, О. М. Аношина [и др.] / под ред. А. П. Нечаева. Москва: КолосС, 2005. 768 с. ISBN: 5-10-003813-6
10. Качмазов Г. С. Дрожжи броидильных производств: практическое руководство. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 224 с. ISBN: 978-5-8114-1343-0. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 23.12.2025 г.)

References

1. Aktual'nye voprosy realizatsii strategii povysheniya kachestva pishchevoj produktsii v Rossijskoj Federatsii do 2030 goda [Current issues in the implementation of the strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030]. *Analiticheskij vestnik*. 2017;(12):55. (In Russ.)
2. Belyaeva AD, Popova VD, Yachkova VA [et al.]. Review of biotechnological approaches to cider production: the role of yeast and bacterial cultures in fermentation control. *Processes and Food Production Equipment*. 2025;(3):45–69. (In Russ.). DOI: 10.17586/2310-1164-2025-18-3-45-69. EDN: VSCDHV
3. Ashapkin VV, Kutueva LI, Zaharova MG. *Kontrol' kachestva produktsii fiziko-khimicheskimi metodami: ucheb. posobiye dlya stud. vuzov* [Product quality control using physical and chemical methods: textbook. aid for students universities]. Moscow: DeLi print, 2005. 124 p. (In Russ.)
4. Temerdashev ZA, Khrapko NV, Tsytko TG, Voronova OB. Determination of antioxidant activity of food products using the Fe (III)/Fe (II) indicator system – organic reagent. *Industrial laboratory. Diagnostics of materials*. 2006;72(11):15–19. (In Russ.). EDN: UDTOGR

5. Khokonova MB, Khokonov AB. Assessment of qualitative indicators of apples for the production of cider wine materials. *Sel'skokhozyajstvennoe zemlepol'zovanie i prodovol'stvennaya bezopasnost': materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, KBR, Respubliki Adygeya, professora B. H. Fiapsheva* [Agricultural land use and food security. Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Honored Scientist of the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, and the Republic of Adygea, Professor B.Kh. Fiapshev]. 2021. Pp. 76–79. (In Russ.). EDN: ODCZHB
6. Khokonova MB, Dzahmisheva ISh. Influence of the quality of raw materials on the composition and the conditions for the fermentation of apple juice. *Food processing industry*. 2021;(11):92–95. (In Russ.) DOI: 10.52653/PPI.2021.11.11.012. EDN: XKBSOS
7. Khokonov AB, Khokonova MB. Changes in the chemical composition of apple juice during maturation and storage. *Biology in Agriculture*. 2022;(3):32–34. (In Russ.). EDN: RBTfJM
8. Belokurova ES, Ivanchenko OB. *Biotehnologiya produktov rastitel'nogo proiskhozhdeniya: uchebnoe posobie* [Biotechnology of plant products: a textbook]. Saint Petersburg: Lan', 2019. 232 p. ISBN: 978-5-507-49176-6. (In Russ.). EDN: RIIEJR
9. Nechaev AP, Shub IS, Anoshina OM [et al.]. *Tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. Pod. red. A.P. Nechaeva* [Technology of food production. Edited by A.P. Nechaev]. Moscow: KolosS, 2005. 768 p. ISBN: 5-10-003813-6. (In Russ.)
10. Kachmazov GS. *Drozhzhi brodil'nykh proizvodstv: prakticheskoye rukovodstvo* [Fermentation yeast: a practical guide]. Saint Petersburg: Lan', 2012. 224 p. ISBN: 978-5-8114-1343-0. [Electronic resource]. URL: <https://e.lanbook.com> (In Russ.) (date of request: 23.12.2025)

Сведения об авторе

Хоконова Мадина Борисовна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4098-3325, Scopus ID: 57203266828

Information about the author

Madina B. Khokonova – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the department of Technology Production and Processing of Agricultural product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4098-3325, Scopus ID: 57203266828

Статья поступила в редакцию 19.05.2026;
одобрена после рецензирования 04.06.2026;
принята к публикации 11.06.2026.

The article was submitted 19.05.2026;
approved after reviewing 04.06.2026;
accepted for publication 11.06.2026.

ЭКОНОМИКА

ECONOMY

Менеджмент

Management

Научная статья

УДК 349.23+004.056+342.721

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-163-171

**Защита и обработка персональных данных работника в эпоху
цифровизации: правовые и организационные аспекты****Ирина Леонидовна Кудзаева^{✉1}, Леонид Петрович Сужаев²**

Горский государственный аграрный университет, улица Кирова, 37, Владикавказ, Россия, 362040

^{✉1}kudzayeva.ira@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4300-8466>²irasuzhaeva73@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-9893-2050>

Аннотация. Перевод кадрового делопроизводства в электронный формат, внедрение систем видеонаблюдения, биометрической идентификации, геолокации и удалённого мониторинга производительности резко расширили объём собираемых сведений о сотрудниках и создали новые каналы их утечки. Актуальность исследования определяется тем, что с 2022 г. ужесточилась ответственность за разглашение персональных данных сотрудников. Кроме того, с появлением новых технологий утечки персональных данных о работниках значительно возросли и увеличились в масштабе. Цель исследования состоит в систематизации правовых и организационных механизмов охраны персональных данных работников в условиях компьютеризации организационных процессов и определении настоящих рисков, которые при этом могут возникнуть у работодателей. В работе применён комплекс общенаучных и специально-юридических методов: формально-юридический анализ нормативных правовых актов; сравнительно-правовой метод (сопоставление российского и зарубежного регулирования); системный анализ судебной практики и правоприменительных актов Роскомнадзора; кейс-анализ реальных инцидентов утечки данных; статистический анализ данных о нарушениях в сфере персональных данных. В результате проведенных исследований установлено, что эффективная защита персональных данных работников требует построения многоуровневой системы, сочетающей правовые (локальные акты, договорная защита, работа с согласиями), организационные (разграничение доступа, обучение персонала) и технические (шифрование, DLP-системы, аудит) меры. Ни один из уровней не может быть заменён другим. Сформулированы практические рекомендации для работодателей: провести аудит существующей системы обработки персональных данных работников; актуализировать локальные акты с учётом реформ 2022–2023 гг.; выстроить процедуру уведомления Роскомнадзора об утечках; включить условия о защите персональных данных во все договоры с аутсорсерами и облачными провайдерами; обеспечить регулярное обучение сотрудников кадровых и ИТ-служб.

Ключевые слова: персональные данные, организация подходов к защите, охрана труда, управление системой, компьютеризация, биометрические данные, персональные данные, ответственность

Для цитирования. Кудзаева И. Л., Сужаев Л. П. Защита и обработка персональных данных работника в эпоху цифровизации: правовые и организационные аспекты // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 3(53). С. 163–171. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-163-171

Original article

Protection and processing of employee personal data in the digital age: legal and organizational aspects

Irina L. Kudzaeva^{✉1}, Leonid P. Suzhaev²

Gorsky State Agrarian University, 37 Kirov Street, Vladikavkaz, Russia, 362040

^{✉1}kudzayeva.ira@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4300-8466>

²irasuzhaeva73@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-9893-2050>

Abstract. The digitalization of personnel records management, the implementation of video surveillance systems, biometric identification, geolocation, and remote performance monitoring have dramatically expanded the volume of employee data collected and created new channels for data leakage. The relevance of this study is determined by the fact that, since 2022, penalties for the disclosure of employee personal data have become stricter. Moreover, with the advent of new technologies, leaks of employee personal data have significantly increased and expanded in scale. Therefore, the objective of the study is to systematize the legal and organizational mechanisms for protecting employee personal data in the context of the computerization of organizational processes and to identify the actual risks that employers may face. The study applies a combination of general scientific and specialized legal methods: formal legal analysis of regulatory legal acts; comparative legal method (comparison of Russian and foreign regulations); systems analysis of judicial practice and law enforcement acts of Roskomnadzor; case analysis of real data leakage incidents; statistical analysis of data on violations in the field of personal data. The conducted research revealed that effective protection of employees' personal data requires the development of a multi-layered system combining legal (regulatory laws, contractual protection, consent management), organizational (access control, staff training), and technical (encryption, DLP systems, audit) measures. No single layer can be replaced by another. Practical recommendations for employers have been formulated: conduct an audit of the existing system for processing employees' personal data; update local regulations in accordance with the 2022–2023 reforms; establish a procedure for notifying Roskomnadzor of leaks; include provisions for the protection of personal data in all contracts with outsourcers and cloud providers; and ensure regular training for HR and IT staff.

Keywords: personal data, organizational approaches to protection, occupational safety, system management, computerization, biometric data, personal data, liability

For citation. Kudzaeva IL, Suzhaev LP. Protection and processing of employee personal data in the digital age: legal and organizational aspects *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(3):163–171. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-3-53-163-171

Введение. В современных реалиях компьютеризации персональные данные сотрудников являются основным объектом правовой защиты. Перевод кадрового делопроизводства в электронный формат, внедрение систем видеонаблюдения, биометрической идентификации, геолокации и удалённого мониторинга производительности резко расширили объём собираемых сведений о сотрудниках и создали новые каналы их утечки [1–3].

Под персональными данными понимается любая информация, относящаяся к прямо или косвенно идентифицированному физическому лицу (ст. 3 Федерального закона № 152-ФЗ). Применительно к трудовым отношениям это –

личные дела и анкеты, сведения о заработной плате и социальных выплатах, медицинская документация, биометрические данные, данные о местонахождении работника в рабочее время, записи систем контроля доступа, переписка в корпоративных мессенджерах [2–6].

Актуальность темы определяется несколькими факторами: во-первых, нарастающим давлением регулятора (с 2022 г. ужесточилась ответственность за разглашение персональных данных сотрудников); во-вторых, с появлением новых технологий утечки персональных данных о работниках значительно возросли и увеличились в масштабе (в 2023 г. в России было зафиксировано более 300 значи-

мых утечек персональных данных в корпоративном секторе, из которых около 40% приходилось на сведения о сотрудниках [7]); в третьих, реформа законодательства 2022–2023 гг. принципиально изменила ряд базовых требований [5, 6].

Цель исследования – систематизировать правовые и организационные механизмы охраны персональных данных работников в условиях компьютеризации организационных процессов и определить настоящие риски, которые при этом могут возникнуть у работодателей.

Задачи исследования:

1) провести анализ актуальной на сегодняшний день нормативно-правовой базы РФ, затрагивающей защиту персональных данных работников с учётом принятых в 2022–2023 гг. реформ;

2) систематизировать внутриорганизационные механизмы защиты персональных данных;

3) рассмотреть специфику обработки отдельных категорий данных работников (биометрия, медицинские данные, данные мониторинга);

4) оценить меры юридической ответственности и правоприменительную практику;

5) определить перспективы регулирования в части применения ИИ-технологий в кадровом делопроизводстве.

Материалы, методы и объекты исследования. В работе применён комплекс общенаучных и специально-юридических методов: формально-юридический анализ нормативных правовых актов; сравнительно-правовой метод (сопоставление российского и зарубежного регулирования); системный анализ судебной практики и правоприменительных актов Роскомнадзора; кейс-анализ реальных инцидентов утечки данных; статистический анализ данных о нарушениях в сфере персональных данных.

Нормативную основу составляют: Конституция РФ (ст. 23, 24), Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» с изменениями 2022–2023 гг., Трудовой кодекс РФ (гл. 14), постановления Правительства РФ № 1119 и № 687, приказы Роскомнадзора, а также практика Верховного суда РФ и арбитражных судов по спорам о защите персональных данных.

Результаты исследования

1. Нормативно-правовая база: структура и реформы 2022–2023 гг. Российская система защиты персональных данных работников носит многоуровневый характер. Конституционную основу образуют статья 23 и статья 24 Конституции Российской Федерации, определяющие право на неприкосновенность личной жизни гражданина. Базовым законодательным актом является Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных», устанавливающий принципы обработки, права субъектов и обязанности операторов [1]. Трудовое измерение регулирования сосредоточено в гл. 14 ТК РФ (ст. 86–90), конкретизирующей цели, пределы и порядок обработки кадровых данных [2].

Реформа 2022–2023 гг. существенно изменила регуляторную среду. Федеральный закон от 14.07.2022 № 266-ФЗ ввёл обязательное уведомление Роскомнадзора об утечках данных в течение 24 часов (предварительное) и 72 часов (расширенное), распространил требования закона на иностранных операторов, обрабатывающих данные российских граждан, а также уточнил условия трансграничной передачи данных [5]. Федеральный закон от 12.12.2023 № 519-ФЗ ввёл оборотные штрафы за утечки персональных данных в размере от 0,1% до 3% годовой выручки оператора (но не менее 15 млн и не более 500 млн рублей) [6].

Принятие Закона № 519-ФЗ стало поворотным моментом: впервые в российской практике к работодателям как операторам данных может быть применена санкция, соразмерная их финансовым возможностям, что радикально меняет экономику комплаенса в сфере персональных данных.

2. Внутриорганизационные механизмы защиты персональных данных работников. Эффективная защита персональных данных работников требует выстраивания многоуровневой внутриорганизационной системы. Ниже рассматриваются её ключевые компоненты [8–10].

2.1. Локальная нормативная база. Обязательное содержание локальных актов предприятия: установленные согласно статье 18.1 Федерального закона «О персональных данных» № 152-ФЗ правила обработки персональных данных сотрудников; положение о защите персональных данных работников,

предусмотренное ст. 87 Трудового кодекса РФ; определение должностей работников, которым разрешён доступ к персональным данным; срок хранения персональных данных сотрудников. Работники, которым предоставлен доступ к персональным данным сотрудников, должны быть ознакомлены с вышеперечисленными документами под роспись [1, 2].

2.2. Персонализация ответственности и разграничение доступа. В обязанность работодателя входит назначение ответственного за порядок обработки персональных данных согласно статье 22.1 Федерального закона № 152-ФЗ. В организациях с большой численностью работников следует создавать отделы, обеспечивающие защиту персональных данных сотрудников согласно действующему законодательству РФ в этой сфере. Доступ к персональным данным сотрудников может предоставляться только специалистам указанного отдела и только в пределах производственной необходимости, по принципу минимизации данных. Обязательно ведение журналов доступа к информационным системам персональных данных (ИСПДн); все лица, допущенные к обработке данных, подписывают соглашение о неразглашении [3, 4, 11–13].

2.3. Работа с согласиями субъектов. Ключевым правовым основанием обработки персональных данных в трудовых отношениях является не согласие, а закон или трудовой договор: обработка данных, необходимых для исполнения трудовых обязанностей, не требует отдельного письменного согласия работника [1, 5]. Вместе с тем ряд операций требует явного согласия: обработка биометрических данных; публикация фотографий работника на сайте организации; передача данных третьим лицам, не являющимся государственными органами (банки зарплатных проектов, страховые компании, кадровые агентства); обработка специальных категорий данных (состояние здоровья, за исключением случаев, прямо предусмотренных законом) [1, 2].

Согласие должно соответствовать требованиям ст. 9 Закона № 152-ФЗ: быть конкретным, информированным, сознательным и выраженным в определённой форме. В трудовых отношениях существует риск признания согласия недействительным ввиду зависимого положения работника, поэтому Роскомнад-

зор рекомендует по возможности опираться на иные правовые основания [5].

2.4. Договорная защита при аутсорсинге обработки. При передаче обработки персональных данных работников сторонним организациям (аутсорсинг расчёта заработной платы, облачные HR-системы, кадровые агентства) необходимо заключение договора поручения обработки персональных данных (ст. 6 Закона № 152-ФЗ). Договор должен содержать: исчерпывающий перечень поручаемых действий; обязанность поверенного соблюдать конфиденциальность; требования к техническим мерам защиты; запрет на субпоручение без разрешения оператора; ответственность поверенного за нарушения. Оператор (работодатель) несёт солидарную ответственность перед субъектом данных за действия поверенного [1, 5].

3. Особенности обработки отдельных категорий данных работников.
3.1. Биометрические данные. Всё, что относится к биометрическим данным работников (отпечатки пальцев, рисунок вен, геометрия лица, образцы голоса), может использоваться работодателем только на основании письменного согласия работника, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами (ст. 11 Федерального закона № 152-ФЗ) [1]. Введение систем биометрической идентификации для контроля рабочего времени без согласия работника является грубым нарушением законодательства о персональных данных, что подтверждается практикой Роскомнадзора. Технические требования к защите биометрических ИСПДн – наивысшие (уровень защищённости УЗ-1 или УЗ-2 по Постановлению № 1119) [3].

3.2. Медицинские данные. Сведения о состоянии здоровья работника являются особыми персональными данными (статья 10 Федерального закона № 152-ФЗ), использование и обработка которых возможна только в определённых случаях: при наличии письменного согласия; если обработка необходима для защиты жизни работника; в связи с обязательными медицинскими осмотрами согласно ТК РФ [1, 2]. Передача медицинских данных работника страховым компаниям в рамках ДМС требует его явного согласия; работодатель не вправе раскрывать диагноз сотрудника даже непосредственному руководителю.

3.3. *Данные систем мониторинга и видеонаблюдения.* Видеонаблюдение на рабочих местах, мониторинг использования корпоративных устройств и сетей, геолокация служебных автомобилей – правомерны при условии: уведомления работников о факте наблюдения (в трудовом договоре или локальном акте); ограничения целей обработки контролем трудовой дисциплины и обеспечением безопасности; соразмерности меры поставленной цели [2, 4]. Тотальный мониторинг личной переписки работника (в том числе в корпоративных мессенджерах в нерабочее время) существенно нарушает права на неприкосновенность частной жизни. Согласно судебной практике РФ, признано недопустимым тотальное наблюдение без надлежащего уведомления [14–16].

3.4. *Трансграничная передача данных.* Реформа 2022 г. (изменения ФЗ от 14.07.2022 № 266-ФЗ) повысила требования к контролю по

передаче персональных данных на территорию иностранного государства, а именно: передача в страны, не обеспечивающие надлежащую защиту, допускается только при наличии разрешения органов Роскомнадзора, а также с письменного согласия субъекта [5]. Это особенно актуально для работодателей, использующих иностранные облачные HR-системы (SAP SuccessFactors, Workday, Oracle HCM): хранение данных российских работников на серверах за рубежом требует либо их локализации на территории РФ (ст. 22.1 Закона № 152-ФЗ в части первичного сбора), либо соблюдения специальных требований к передаче.

4. Правоприменительная практика: инциденты и ответственность. Анализ инцидентов и правоприменительной практики позволяет выделить наиболее типичные уязвимости и их правовые последствия (табл. 1).

Таблица 1. Типовые нарушения в сфере персональных данных работников и меры ответственности
Table 1. Typical violations in the field of personal data of employees and penalties

Тип нарушения	Правовое основание ответственности	Типичные санкции
Утечка персональных данных по вине работника (инсайдер)	Ст. 13.11 КоАП РФ; ст. 272, 183 УК РФ; ст. 1068 ГК РФ	Штраф до 500 млн руб. (Закон № 519-ФЗ); уголовное преследование; гражданский иск
Обработка биометрии без согласия	Ст. 11 Закона № 152-ФЗ; ст. 13.11 КоАП РФ	Предписание Роскомнадзора; штраф до 300 тыс. руб.
Непредоставление работнику доступа к его данным	Ст. 89 ТК РФ; ст. 14 Закона № 152-ФЗ	Предписание; штраф; иск о компенсации морального вреда
Утечка из облачной HR-системы иностранного провайдера	Ст. 6, 22.1 Закона № 152-ФЗ; Закон № 266-ФЗ	Оборотный штраф; предписание о локализации данных
Видеонаблюдение без уведомления работников	Ст. 86 ТК РФ; ст. 137 УК РФ	Признание доказательств недопустимыми; штраф; компенсация

Составлено авторами на основе [1, 2, 6, 7, 10].

Показательным примером является инцидент мая 2022 г., когда в публичный доступ попали персональные данные курьеров крупных сервисов доставки (Delivery Club, «Яндекс.Еда»): имена, телефоны, адреса доставок. Роскомнадзор привлёк операторов к ответственности по ст. 13.11 КоАП РФ. В итоге суды удовлетворяли иски пострадавших работников о компенсации морального вреда [8].

В банковском секторе фиксировались случаи инсайдерских утечек: сотрудник, злоупотребляя служебным доступом, копировал кадровые и клиентские базы. Подобные инциденты сопровождалась уголовными делами по ст. ст. 272 и 183 Уголовного кодекса Российской Федерации (незаконный доступ к компьютерной информации; противоправное получение и разглашение сведений, составляющих коммерческую тайну). Работодатель

был привлечен к гражданско-правовой ответственности за действия работника при исполнении трудовых обязанностей (ст. 1068 ГК РФ) [9, 10].

В госсекторе отмечались случаи раскрытия персональных данных государственных служащих из-за неверной конфигурации облачных хранилищ: списки сотрудников с должностями и контактами оказывались в открытом доступе. Роскомнадзор выносил предписания и обязывал операторов провести аудит и устранить нарушения.

5. Ответственность за нарушения: обновлённый санкционный режим. Система юридической ответственности за нарушения в сфере персональных данных работников является многоканальной. В 2022–2023 гг. она была существенно усилена [17, 18].

Административная ответственность предусмотрена ст. 13.11 КоАП РФ. С момента последних реформ базовые санкции для юридических лиц варьируются от 60 тыс. до 6 млн рублей, в зависимости от типа нарушения. Введённые Законом № 519-ФЗ оборотные штрафы (до 3% годовой выручки, но не более 500 млн рублей) применяются при крупных утечках, затрагивающих более 10000 субъектов [6].

Гражданско-правовая ответственность: работник имеет право на компенсацию морального вреда за незаконную обработку его личных данных (ст. 89 ТК РФ; ст. 151, 1099–1101 ГК РФ) [2]. Согласно разъяснениям Верховного суда РФ, моральный вред при нарушении прав субъекта персональных данных предполагается, размер которого определяется судом исходя из обстоятельств дела.

Уголовная ответственность наступает по ст. 137 УК РФ (нарушение неприкосновенности частной жизни) и ст. 272 УК РФ (неправомерный доступ к компьютерной информации) при умышленных деяниях, повлёкших существенный вред правам граждан.

Работодатель как оператор несёт риск ответственности за действия своих работников, допустивших утечку данных при исполнении трудовых обязанностей (ст. 1068 ГК РФ), – даже если сам работодатель формально соблюдал все требования законодательства.

6. ИИ-технологии в кадровом делопроизводстве: потенциал и правовые риски. Внедрение систем искусственного интеллекта в

HR-процессы (автоматизированный отбор резюме, оценка кандидатов, прогнозирование текучести кадров, анализ эффективности работников) создаёт новые вызовы для защиты персональных данных [11, 12, 19].

С правовой точки зрения ключевой проблемой является автоматизированное принятие решений, существенно затрагивающих права работника. Закон № 152-ФЗ (ст. 16) запрещает принятие решений, основанных исключительно на автоматизированной обработке данных, без согласия субъекта, если такие решения порождают юридические последствия [1]. Это означает, что автоматическое отклонение кандидата или принятие решения об увольнении исключительно на основании ИИ-системы является незаконным без соответствующего согласия и возможности оспорить такое решение.

Кроме того, ИИ-системы анализа поведения работников, эмоционального состояния (распознавание лица, анализ голоса) фактически обрабатывают биометрические данные, что требует письменного согласия и высокого уровня технической защиты [3, 11, 20]. Государственная Дума рассматривает законопроект об обязательной маркировке ИИ-систем в HR и раскрытии критериев алгоритмических решений, затрагивающих трудовые права.

Выводы

1. Российская модель защиты персональных данных работников прошла существенную трансформацию в 2022–2023 гг. Введение оборотных штрафов (Закон № 519-ФЗ), требований об уведомлении регулятора об утечках (Закон № 266-ФЗ) и ужесточение режима трансграничной передачи данных радикально повышают цену несоблюдения требований для работодателей.

2. Эффективная защита персональных данных работников требует построения многоуровневой системы, сочетающей правовые (локальные акты, договорная защита, работа с согласиями), организационные (разграничение доступа, обучение персонала) и технические (шифрование, DLP-системы, аудит) меры. Ни один из уровней не может быть заменён другим.

3. Обработка специальных категорий данных (биометрия, медицинские сведения) и применение систем мониторинга работников требуют особой правовой осторожности:

именно в этих сферах концентрируется наибольшее число нарушений и претензий регулятора.

4. Внедрение ИИ-технологий в HR создаёт новые правовые риски, связанные с автоматизированным принятием решений и скрытой обработкой биометрии. Российское законодательство в этой части пока отстаёт от темпов технологического развития, что порождает правовую неопределённость.

5. Практические рекомендации для работодателей: провести аудит существующей системы обработки персональных данных работников; актуализировать локальные акты с учётом реформ 2022–2023 гг.; выстроить процедуру уведомления Роскомнадзора об утечках; включить условия о защите персональных данных во все договоры с аутсорсерами и облачными провайдерами; обеспечить регулярное обучение сотрудников кадровых и ИТ-служб.

Список литературы

1. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» (ред. от 06.02.2023). Москва: Проспект, 2023. 52 с.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 22.04.2024). Москва: Проспект, 2024. 424 с.
3. Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных».
4. Постановление Правительства РФ от 15.09.2008 № 687 «Об утверждении Положения об особенностях обработки персональных данных, осуществляемой без использования средств автоматизации».
5. Федеральный закон от 14.07.2022 № 266-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О персональных данных»». Москва: Официальное издание, 2022. 18 с.
6. Федеральный закон от 12.12.2023 № 519-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях». Москва: Официальное издание, 2023. 12 с.
7. Минбалеев А. В. Обеспечение кибербезопасности и международной информационной безопасности в системе обеспечения информационного суверенитета // Правовое обеспечение суверенитета России: проблемы и перспективы: сборник докладов XXIV Международной научно-практической конференции и XXIV Международной научно-практической конференции юридического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова в рамках XIII Московской юридической недели. В 4-х частях. Москва, 2024. С. 134–137. EDN: AKYBIT
8. Гатиятуллина Э. М. Защита персональных данных в условиях цифровизации: эволюция и современное состояние // Закон и власть. 2023. № 3. С. 33–37. EDN: CMIVFT
9. Тишкович К. С. Влияние цифровизации на трансформацию признаков трудовых правоотношений // Правоприменение в публичном и частном праве: материалы Международной научной конференции. Омск, 2023. С. 389–393. EDN: WYUJZK
10. Бачило И. Л. О методах и методологии в информационном праве // Динамика институтов информационной безопасности. Правовые проблемы. Сборник научных трудов. Отв. ред. Т. А. Полякова, В. Б. Наумов, Э. В. Талапина. 2018. С. 20–28. EDN: YHNHEL
11. Харитонов Ю. С. Правовые средства обеспечения принципа прозрачности искусственного интеллекта // Journal of Digital Technologies and Law. 2023. Т. 1. № 2. С. 337–358. DOI: 10.21202/jdtl.2023.14. EDN: DXNWHV
12. Кутько В. В., Батова О. В., Городнова О. Н. Правовое государство как явление социально-правовой действительности // Вестник Российского университета кооперации. 2020. № 4(42). С. 128–131. EDN: UFCIVA
13. Minbaleev A.V., Evsikov K.S., Solovkin S.V. Development of legal and normative-technical regulation of quantum communications // Kutafin Law Review. 2025. Т. 12. № 4. С. 781–800. DOI: 10.17803/2713-0533.2025.4.34.781-800. EDN: RTOLKY
14. Полякова Т. А., Минбалеев А. В., Троян Н. А. Формирование культуры информационной безопасности граждан Российской Федерации в условиях новых вызовов: публично-правовые проблемы // Государство и право. 2023. № 5. С. 131–144. DOI: 10.31857/S102694520025209-0. EDN: JUISEQ
15. Минбалеев А. В. Перспективные направления правового регулирования персональных данных // Юридический Вестник Дагестанского государственного университета. 2024. Т. 52. № 4. С. 152–156. DOI: 10.21779/2224-0241-2024-52-4-152-156. EDN: BJNVQZ

16. Лютов Н. Л. Запрет генетической дискриминации и защита генетических персональных данных: перспективы модификации норм трудового права // Журнал российского права. 2021. Т. 25. № 10. С. 72–84. DOI: 10.12737/jrl.2021.124. EDN: JNIFJZ

17. Тишкович К. С. Актуальные проблемы обработки персональных данных в трудовых правоотношениях // Вестник Омского университета. Серия: Право. 2023. Т. 20. № 1. С. 66–74. DOI: 10.24147/1990-5173. EDN: CDZLCY

18. Сердюк П. Л. Особенности уголовной ответственности за мошенничество с использованием электронных средств платежа и компьютерной информации // Уголовная политика в современной России: состояние и перспективы развития: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 81–87. EDN: LANABS

19. Полякова Т. А., Минбалеев А. В., Кроткова Н. В. Основные тенденции и проблемы развития науки информационного права // Государство и право. 2022. № 9. С. 94–104. DOI: 10.31857/S102694520022203-4. EDN: WFOCEJ

20. Офман Е. М. Наблюдение и контроль в трудовых отношениях: баланс прав и интересов работников и работодателей // Журнал российского права. 2021. Т. 25. № 11. С. 73–87. DOI: 10.12737/jrl.2021.136. EDN: WMJJVS

References

1. *Federal'nyj zakon ot 27.07.2006 № 152-FZ «O personal'nykh dannykh» (red. ot 06.02.2023)* [Federal Law of July 27, 2006 No. 152-FZ "On Personal Data" (as amended on February 6, 2023)]. Moscow: Prospekt, 2023. 52 p. (In Russ.)

2. *Trudovoj kodeks Rossijskoj Federatsii ot 30.12.2001 № 197-FZ (red. ot 22.04.2024)* [Labor Code of the Russian Federation of 30.12.2001 No. 197-FZ (as amended on 22.04.2024)]. Moscow: Prospekt, 2024. 424 p. (In Russ.)

3. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 01.11.2012 № 1119 «Ob utverzhdenii trebovanij k zashchite personal'nykh dannykh pri ikh obrabotke v informacionnykh sistemakh personal'nykh dannykh»* [Resolution of the Government of the Russian Federation of November 1, 2012 No. 1119 "On Approval of Requirements for the Protection of Personal Data When Processed in Personal Data Information Systems"]. (In Russ.)

4. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15.09.2008 № 687 «Ob utverzhdenii Polozheniya ob osobennostyakh obrabotki personal'nykh dannykh, osushchestvlyaeмой bez ispol'zovaniya sredstv avtomatizatsii»* [Resolution of the Government of the Russian Federation of September 15, 2008 No. 687 "On approval of the Regulation on the specifics of personal data processing carried out without the use of automation tools"]. (In Russ.)

5. *Federal'nyj zakon ot 14.07.2022 № 266-FZ «O vnesenii izmenenij v Federal'nyj zakon «O personal'nykh dannykh»* [Federal Law of July 14, 2022 No. 266-FZ "On Amendments to the Federal Law "On Personal Data". Moscow: Oficial'noe izdanie, 2022. 18 p. (In Russ.)

6. *Federal'nyj zakon ot 12.12.2023 № 519-FZ «O vnesenii izmenenij v Kodeks Rossijskoj Federatsii ob administrativnykh pravonarusheniyakh»* [Federal Law of 12.12.2023 No. 519-FZ "On Amendments to the Code of the Russian Federation on Administrative Offenses". Moscow: Oficial'noe izdanie, 2023. 12 p. (In Russ.)

7. Minbaleev AV. Ensuring Cybersecurity and International Information Security in the System of Ensuring Information Sovereignty. *Pravovoe obespechenie suvereniteta Rossii: problemy i perspektivy. Sbornik dokladov XXIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii i XXIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii Yuridicheskogo fakul'teta MGU im. M.V. Lomonosova v ramkakh XIII Moskovskoj yuridicheskoy nedeli. In the collection: Legal Support of Russia's Sovereignty: Problems and Prospects.* [Legal Support of Russia's Sovereignty: Problems and Prospects. Collection of reports from the XXIV International Scientific and Practical Conference and the XXIV International Scientific and Practical Conference of the Law Faculty of Moscow State University named after M.V. Lomonosov within the framework of the XIII Moscow Legal Week]. In 4 parts. Moscow, 2024. Pp. 134–137. (In Russ.). EDN: AKYBIT.

8. Gatiyatullina EM. Protection of personal data in the context of digitalization: evolution and current state. *Zakon i vlast'*. 2023;(3):33–37. (In Russ.). EDN: CMIVFT

9. Tishkovich KS. Influence of digitalization on transformation of features of labor legal relations. *Pravoprimenenie v publicnom i chastnom prave: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii* [Law Enforcement in Public and Private Law: Proceedings of the International Scientific Conference]. Omsk, 2023. Pp. 389–393. (In Russ.). EDN: WYUJZK.

10. Bachilo IL. On Methods and Methodology in Information Law. *Dinamika institutov informacionnoj bezopasnosti. Pravovye problemy. Sbornik nauchnykh trudov.* [Dynamics of Information Security Institutions. Legal Problems. Collection of Scientific Papers. Ed. TA Polyakova, VB Naumov, EV Talapina]. 2018. Pp. 20–28. (In Russ.). EDN: YHNHEL

11. Haritonova YuS. Legal means of providing the principle of transparency of the artificial intelligence. *Journal of Digital Technologies and Law*. 2023;1(2):337–358. (In Russ.). DOI: 10.21202/jdtl.2023.14. EDN: DXNWHV
12. Kutko VV, Batova OV, Gorodnova ON. The legal state as a phenomenon of social and legal activity. *Vestnik of the Russian university of cooperation*. 2020;(4):128–131. (In Russ.). EDN: UFCIVA
13. Minbaleev AV, Evsikov KS, Solovkin SV. Development of legal and normative-technical regulation of quantum communications. *Kutafin Law Review*. 2025;12(4):781–800. DOI: 10.17803/2713-0533.2025.4.34.781-800. EDN: RTOLKY
14. Polyakova TA, Minbaleev AV, Troyan NA. Formation of a culture of information security of citizens of the Russian Federation in the face of new challenges: public law problems. *State and Law*. 2023;(5):131–144. (In Russ.). DOI: 10.31857/S102694520025209-0. EDN: JUISEQ
15. Minbaleev AV. Promising areas of legal regulation of personal data. *Law herald of Dagestan state university*. 2024;52(4):152–156. (In Russ.). DOI: 10.21779/2224-0241-2024-52-4-152-156. EDN: BJNVQZ
16. Lyutov NL. Prohibition of genetic discrimination and protection of genetic personal data: prospects for modification of labor law norms. *Journal of russian law*. 2021;25(10):72–84. (In Russ.). DOI: 10.12737/jrl.2021.124. EDN: JNIFZ
17. Tishkovich KS. Actual problems of processing personal data in labour law relations. *Herald of Omsk university. Series "Law"*. 2023;20(1):66–74. (In Russ.). DOI: 10.24147/1990-5173. EDN: CDZLCY
18. Serdyuk PL. Features of criminal liability for fraud using electronic means of payment and computer information. *Ugolovnaya politika v sovremennoj Rossii: sostoyanie i perspektivy razvitiya: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Criminal policy in modern Russia: state and development prospects: collection of materials from the All-Russian scientific and practical conference]. Ufa, 2020. Pp. 81–87. (In Russ.). EDN: LAHABS
19. Polyakova TA, Minbaleev AV, Krotkova NV. Main trends and problems of development of the science of information law. *State and Law*. 2022;(9):94–104. (In Russ.). DOI: 10.31857/S102694520022203-4. EDN: WFOCEJ
20. Ofman EM. Monitoring and control in labor relations: balancing the rights and interests of employees and employers. *Journal of Russian law*. 2021;25(11):73–87. (In Russ.). DOI: 10.12737/jrl.2021.136. EDN: WMJJVS

Сведения об авторах

Кудзаева Ирина Леонидовна – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»

Сужаев Леонид Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 3389-9964

Information about the authors

Irina L. Kudzaeva – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Gorsky State Agrarian University

Leonid P. Suzhaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 3389-9964

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

Author's contribution. All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 03.06.2026;
одобрена после рецензирования 25.06.2026;
принята к публикации 02.07.2026.

The article was submitted 03.06.2026;
approved after reviewing 25.06.2026;
accepted for publication 02.07.2026.



Анахаев Кошкинбай Назирович – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Кабардино-Балкарской Республики (род. 12.09.1956 г.).

К. Н. Анахаев – признанный учёный в таких областях науки, как теория фильтрации, математическая физика, гидротехнические и водохозяйственные сооружения, грунтовые плотины, оползни и селевые потоки.

По окончании института (1977–1981) он работал мастером строительного участка ПМК-4 «Каббалкводстрой» на Чегемской ООС и старшим инженером Дирекции Эльхотовской ООС Минводхоза КБАССР. В 1981–1984 гг. учился в аспирантуре ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР, где защитил кандидатскую диссертацию на тему «Методы фильтрационного расчета каменно-земляных плотин», удостоенной Почетной грамоты ВАК СССР за лучшую диссертацию 1985–86 гг. по специальности «гидротехнические сооружения».

Научно-педагогическая деятельность (~50 лет) К. Н. Анахаева неразрывно связана с Кабардино-Балкарским государственным аграрным университетом им. В. М. Кокова, где он последовательно работал на избираемых академических должностях: ассистента, старшего преподавателя, доцента, декана факультета и заведующего кафедрой природообустройства, профессора кафедры гидротехнических сооружений, мелиорации и водоснабжения.

В 1997 году успешно защитил докторскую диссертацию в Московском государственном

университете природообустройства на тему «Совершенствование конструкций, методов расчетного обоснования и проектирования противифльтрационных устройств грунтовых плотин» по специальности «гидротехническое и мелиоративное строительство».

К. Н. Анахаевым получены существенные научные результаты в разработке:

- методов решения потенциальных (фильтрационных) потоков различной природы в задачах математической физики и механики на основе теории функции комплексного переменного с использованием усовершенствованного им метода последовательных конформных отображений;

- усовершенствованных конструкций и методов расчетного обоснования водоподпорных гидротехнических сооружений, их противифльтрационных и дренажных устройств;

- методов изучения селевых процессов, включая обследование селевых бассейнов и выявление потенциально опасных оползневых и селевых очагов;

- рациональных и надежных противоселевых конструкций селезащитных сооружений;

- гидравлических и гидромеханических методов исследований фильтрационных потоков в грунтовых плотинах с учетом водопорных элементов (ядер, экранов, диафрагм, замков и др.) и различных видов дренажей, а также задач свободной фильтрации из потоков различных очертаний (семейств) с использованием комплексов Жуковского и Кирхгофа;

– методов аналитического определения на основе элементарных функции значений (не берущихся) 12 эллиптических функций Якоби и эллиптических интегралов 1, 2 и 3 рода с последующим их использованием для решения многих прикладных задач фильтрации и механики;

– сложнейших классических задач фильтрации через прямоугольную перемычку с участком высачивания и пластовым дренажем, что позволило впервые получить аналитические зависимости в элементарных функциях для определения внутренних скоростей фильтрации;

– системы реформирования высшего образования в России и др.

Имеет более 300 опубликованных научных работ, в том числе 37 патентов, 15 монографий и учебных пособий и более 20 научных отчетов по натурным маршрутным обследованиям селевых бассейнов (в большинстве на горном кластере «Красная Поляна»).

Основные научные результаты Анахаева К. Н. опубликованы в журналах: «Доклады Академии наук»; «Доклады РАН. Физика, технические науки»; «Известия РАН. Механика жидкости и газа»; «Известия РАН. Механика твердого тела»; «Прикладна гідромеханіка»; «Прикладная математика и механика»; «Процессы в геосредах»; «Метеорология и гидрология»; «Фундаментальная и

прикладная климатология»; «Математическое моделирование»; «Природообустройство»; «Вестник РУДН. Серия: математика, информатика, физика»; «Водные ресурсы»; «Гидротехническое строительство»; «Вестник МГСУ» и др., а также в зарубежных журналах.

Под научным руководством К. Н. Анахаева выполнено и защищено 3 кандидатские диссертации. Его научные разработки внедрены в учебный процесс водохозяйственных и природоохранных специальностей в ведущих вузах нашей страны: РУДН, НИУ МГСУ, МГУП, НИМИ, КБГАУ им. В. М. Кокова.

К. Н. Анахаев является (с 2010 г.) членом диссертационного совета при НИУ Московском государственном строительном университете (МГСУ) по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология, а также входит в состав редколлегии 3-х журналов: «Фундаментальная и прикладная климатология» (г. Москва); «Экология и водное хозяйство» (г. Новочеркасск); «Известия КБГАУ» (г. Нальчик).

Уважаемый Кошкинбай Назирович!
Примите искренние поздравления в связи с Вашим юбилеем! Желаем Вам успехов и вдохновения в работе, любви и тепла в семье, уважения, понимания и добра среди друзей и коллег! Пусть задуманное непременно исполнится и все получится!



Власова Ольга Ивановна – доктор сельскохозяйственных наук, зав. кафедрой земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства Института агробиологии и природных ресурсов Ставропольского государственного аграрного университета, высококвалифицированный специалист в области земледелия и смежных наук.

О. И. Власова осуществляет научно-исследовательскую деятельность в университете в рамках реализации научной школы «Современные системы земледелия», участвует в научно-исследовательской работе по вопросам совершенствования элементов технологии возделывания зерновых культур.

Основные научные и практические исследования О. И. Власовой: разработка рациональных приемов энерго-влагосберегающих технологий при выращивании сельскохозяйственных культур, технологии прямого посева, биологизированной системы земледелия, внедрение которых способствует решению проблем, связанных с воспроизводством почвенного плодородия.

За последние 3 года она подготовила более 32 высококвалифицированных специалистов для агропромышленного комплекса Ставропольского края, является научным руководителем 3 кандидатов наук, 5 аспирантов.

О. И. Власова активно использует инновационные технологии в учебном процессе (мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий, использование техно-

логий дистанционного образования, участие в создании дистанционных модулей), является автором электронного учебника по дисциплинам «земледелие Ставрополья», «мелиорация», «агроландшафтоведение».

О. И. Власова в рамках программы академического лидерства «ПРИОРИТЕТ-2030» является основным исполнителем дорожной карты стратегического проекта «Биологизация и цифровизация земледелия» по разработке основных элементов биологизированных технологий возделывания с.-х. культур.

О. И. Власовой всего опубликовано 362 работы (в том числе 40 статей в изданиях из перечня ВАК, 5 монографий и 25 учебно-методических пособий).

При ее активном участии разработан комплекс учебных рекомендаций для руководителей и специалистов агропромышленных объединений «Энергосберегающие, почвозащитные системы земледелия Ставропольского края» и методических материалов, учитывающих особенности земледелия Ставрополья и Северного Кавказа.

Является заместителем председателя диссертационного совета по специальности 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство.

За особые заслуги в развитии научной и педагогической деятельности в системе высшего образования Власова Ольга Ивановна награждена почетной грамотой министерства образования РФ и Ставропольского края, почетной грамотой губернатора Ставропольско-

го края, благодарностью Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, медалью «За доблестный труд» II и III степеней, медалью «За заслуги перед Ставропольским краем». В 2018 году ей присвоено звание «Почетный работник агропромышленного комплекса России».

Уважаемая Ольга Ивановна! Примите искренние поздравления в связи с Вашим юбилеем! Желаем Вам крепкого здоровья,

неиссякаемой энергии и бодрости духа. Пусть работа приносит удовлетворение, профессиональные задачи решаются с легкостью и вдохновением, а каждый достигнутый результат укрепляет уверенность в своих силах. Желаем стабильности, благополучия в личной жизни и много светлых, радостных моментов, наполняющих душу теплом.

**ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ
В НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ
«ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА им. В. М. КОКОВА»**

1. К публикации принимаются статьи по проблемам развития сельского хозяйства, представляющие научно-практический интерес для специалистов АПК.
2. В редакцию одновременно предоставляются материалы статьи с сопроводительным письмом. Количество публикаций одного автора в одном выпуске не более одной статьи. В научной статье рекомендуемое количество авторов не более 4.
3. Статьи проходят проверку на заимствования по программе «Антиплагиат» и обязательное рецензирование.
4. Рукопись статьи предоставляется в печатной (1 экземпляр) и электронной (в редакторе Microsoft Word) версиях (для сторонних авторов – в электронной). Объем статьи – 10–12 страниц формата А4, для статей обзорного и проблемного характера – не более 25 страниц, гарнитура Times New Roman, кегль 14, поля 2 см, абзацный отступ 1,25 см, межстрочный интервал 1,5 (для аннотации и ключевых слов – кегль 12, межстрочный интервал 1,0).
5. Таблицы и формулы должны быть представлены в формате Word; рисунки, чертежи, фотографии, графики – в электронном виде формате JPG или TIF (разрешение не менее 300 dpi), а также в тексте статьи в печатном варианте. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Все графические материалы, рисунки и фотографии должны быть пронумерованы, подписаны, переведены на английский язык и иметь ссылку в тексте.
6. Порядок оформления статьи:
 - тип статьи (научная, обзорная, редакционная, краткое сообщение и т.п.) в левом верхнем углу;
 - индекс УДК в левом верхнем углу;
 - DOI;
 - название статьи (прописными буквами) на русском и английском языках;
 - имя, отчество, фамилия автора(ов), наименование организации (учреждения) без обозначения организационно-правовой формы юридического лица и ее адрес на русском и английском языках, адрес электронной почты, ORCID (при наличии);
 - аннотация (150–250 слов) на русском и английском языках;
 - ключевые слова (5–10 слов или словосочетаний) на русском и английском языках;
 - сведения об авторе(ах): инициалы, фамилия, ученая степень, должность, подразделение, наименование организации (учреждения) на русском и английском языках;
 - текст статьи на русском языке.
7. Требования к структуре статьи:
 - введение;
 - цель исследования;
 - материалы, методы и объекты исследования;
 - результаты исследования;
 - выводы;
 - список литературы (на русском языке и его транслитерация латиницей – References, «Vancouver style»).
8. Литература (не менее 10 и не более 25 источников, для обзорной статьи – не более 50) оформляется по ГОСТ Р 7.0.5-2008 в соответствии с последовательностью ссылок в тексте (порядке цитирования). Ссылки на литературные источники приводятся порядковой цифрой в квадратных скобках (например, [1]). Литература дается на тех языках, на которых она издана. Нежелательно включать в список литературы авторефераты, диссертации, учебники, учебные пособия, ГОСТы, информацию о сайтах, статистические отчеты, статьи в газетах, на сайтах и в блогах. При описании источника указывать DOI и EDN.
9. Статья, не оформленная в соответствии с данными требованиями и ГОСТ Р 7.0.7-2021, возвращается автору на доработку. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией варианта, соответствующего требованиям журнала.

Адрес редакции: 360030, г. Нальчик, проспект Ленина, 1в, e-mail: kbgau.rio@mail.ru
Контактный телефон: +7(8662) 40-59-39

**REQUIREMENTS FOR ARTICLES AND CONDITIONS OF PUBLICATION
IN SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL
«IZVESTIYA OF THE KABARDINO-BALKARIAN STATE
AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER V.M. KOKOV»**

1. Articles on the problems of agricultural development that are of scientific and practical interest to agro-industrial complex specialists are accepted for publication.
2. At the same time, the materials of the article with a cover letter are submitted to the editorial office. The number of publications by one author in one issue is no more than one article. In a scientific article, the recommended number of authors is no more than 4.
3. Articles are checked for borrowings under the program «Anti-plagiarism» and mandatory peer review.
4. The manuscript of the article is provided in printed (1 copy) and electronic (in Microsoft Word) versions (for third-party authors – in electronic). The volume of the article is 10–12 pages of A4 format, for articles of a review and problematic nature – no more than 25 pages, typeface Times New Roman, size 14, margins 2 cm, indentation 1,25 cm, line spacing 1,5 (for annotations and keywords – font size 12, line spacing 1,0).
5. Tables and formulas must be submitted in Word format; drawings, drawings, photographs, graphics – in electronic form in JPG or TIF format (resolution not less than 300 dpi), as well as in the text of the article in printed form. The lines of graphs and drawings in the file must be grouped. All graphic materials, drawings and photographs must be numbered, signed, translated into English and have a link in the text.
6. The order of registration of the article:
 - type of article (scientific, review, editorial, short communication, etc.) in the upper left corner;
 - UDC index in the upper left corner;
 - DOI;
 - the title of the article (in capital letters) in Russian and English;
 - name, patronymic, surname of the author(s), name of the organization (institution) without indicating the legal form of the legal entity and its address in Russian and English, e-mail address, ORCID (if any);
 - abstract (150–250 words) in Russian and English;
 - keywords (5–10 words or phrases) in Russian and English;
 - information about the author(s): initials, surname, academic degree, position, subdivision, name of organization (institution) in Russian and English;
 - text of the article in Russian.
7. Requirements for the structure of the article:
 - introduction;
 - purpose of the study;
 - materials, methods and objects of research;
 - results of the study;
 - conclusions;
 - list of used literature (in Russian and its transliteration in Latin – References, Vancouver style).
8. Literature (at least 10 and no more than 25 sources, for a review article – no more than 50) is drawn up in accordance with GOST R 7.0.5-2008 in accordance with the sequence of references in the text (citation order). References to literary sources are given by an ordinal number in square brackets (for example, [1]). Literature is given in the languages in which it is published. It is not advisable to include abstracts, dissertations, textbooks, manuals, GOSTs, website information, statistical reports, newspaper articles, website articles, and blog articles in the list of references. When describing a source, include the DOI and EDN.
9. An article that is not designed in accordance with these requirements and GOST R 7.0.7-2021 is returned to the author for revision. The date of submission of the article is the day the editors receive the version that meets the requirements of the journal.

Editorial address: 360030, Nalchik, 1v Lenin Avenue, e-mail: kbgau.rio@mail.ru
Contact phone: +7(8662) 40-59-39

Редактор – *Ханиева Т. П.*
Технический редактор – *Казаков В. Ю.*
Перевод – *Гоова Ф. И.*
Вёрстка – *Рулёва И. В.*

ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. В. М. КОКОВА



Подписано в печать 22.09.2026 г. Дата выхода в свет 30.09.2026 г.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Усл.п.л. 20,7. Тираж 300.
Цена свободная.

Адрес издателя: 360030, Россия, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-67-13
E-mail: kbgsha@rambler.ru

Адрес редакции: 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-59-39
E-mail: kbgau.rio@mail.ru

Адрес типографии: 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-95-84
E-mail: kbgau.tipografiya@mail.ru