

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)
Гварамиа 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)
Гужежев 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)
Смакуев Д. Р. – д-р с.-х. наук, проф., Северо-Кавказская
государственная академия (Черкесск, 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 Agrarian 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)
Esaulko 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)
Mukaiilov 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)
Smakuev D.R. – Prof., Dr. Sci., North Caucasus
State Academy (Cherkessk, 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)
Sheudzhen 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**

- Шогенов Ю. М., Ногмов Х. Т.**
Расширение кормовой базы в Кабардино-Балкарской Республике **7**

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

- Басонов О. А., Илиади Ю. Х., Судакова А. В., Кондаков П. И.**
Влияние ультрафиолетового излучения на живую массу молодняка коз мурсиана-гранадина **18**

- Хуранов А. М., Гукежев В. М.**
Изучение взаимосвязи продолжительности сервис-периода с показателями молочной продуктивности коров **27**

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

- Абонеев В. В., Колосов Ю. А., Куликова А. Я., Абонеева Е. В.**
Уровень и характер шерстной продуктивности тонкорунного молодняка различного происхождения **35**

- Горелик О. В., Харлап С. Ю., Шальнев О. В.**
Изменчивость молочных признаков у голштинских коров с разной степенью инбредности **43**

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

- Батыров В. И., Шекихачева Л. З.**
Исследование эксплуатационных показателей дизельных двигателей при работе на биотопливе **51**

- Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Скрипкин Д. В., Рыбинцев А. И.**
Применение орудия для глубокой мелиоративной обработки почвы в целях повышения продуктивности фруктового сада **59**

- Егожев А. М., Егожев А. А., Апхудов Х. А.**
Комбинированная приствольная фреза для террасного сада **68**

- Есенов И. Х., Фиапшев А. Г., Цопанов Н. Е., Сатцаев Т. Р.**
Теоретическое обоснование и практические результаты реконструкции обмотки короткозамкнутого ротора асинхронного электродвигателя **76**

- Магомедов Ф. М., Меликов И. М., Гасанова Э. С., Магомедова Н. Ф.**
Научное обоснование борьбы с сорняками в сельскохозяйственном производстве с применением перспективных конструкций технических средств **85**

- Темиржанов С. И., Шекихачев Ю. А.**
Обоснование конструктивно-технологической схемы и параметров ворошителя навозно-компостных смесей **93**

- Умирзоков А. М., Абаев А. Х., Туразода Ф. О.**
Устройство для электромеханической чеканки хлопчатника **100**

Хамоков М. М., Кильчукова О. Х., Сохроков А. М., Габачиев Д. Т. Исследование роторно-кавитационного нагревателя жидкости с приводом от асинхронного электродвигателя	111
--	------------

Пищевые системы

Жилова Р. М., Ширитова Л. Ж. Определение температурного режима выпечки полуфабрикатов из заварного, песочного и слоеного теста	117
--	------------

Кодзокова М. Х., Кунашева Ж. М., Догузова А. А. Разработка рецептуры высокобелкового хлеба для спортивного питания	125
--	------------

Тамахина А. Я., Бориева Л. З. Влияние растительных экстрактов на качество и безопасность хлеба	134
--	------------

Шагаева Н. Н., Зачесова И. А., Есепенок К. В. Использование бурых водорослей в рецептуре вареных колбасных изделий из мяса страуса	144
--	------------

ЭКОНОМИКА

Региональная и отраслевая экономика

Караева Ф. Е. Развитие сельского хозяйства региона: состояние, проблемы и перспективы	151
---	------------

Пилова Ф. И. Анализ финансовой устойчивости аграрной организации	160
--	------------

ЮБИЛЯРЫ

С юбилеем Берову Д. М.	168
-----------------------------	------------

С юбилеем Аширбекова М. Ж.	170
---------------------------------	------------

С юбилеем Камбулова С. И.	172
--------------------------------	------------

С юбилеем Курасова В. С.	174
-------------------------------	------------

CONTENTS

AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT
General Farming and Crop Production

- Shogenov Yu.M., Nogmov Kh.T.**
Expanding the food supply in Kabardino-Balkarian Republic 7

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE
Private Zootechnics, Feeding, Feed Preparation Technologies
and Livestock Production

- Basonov O.A., Iliadi Yu.Kh., Sudakova A.V., Kondakov P.I.**
Effect of ultraviolet radiation on the live weight of young Murciana-Granadina goats 18

- Khuranov A.M., Gukezhev V.M.**
Study of the relationship between the duration of the service period and the indicators of milk productivity of cows 27

Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals

- Aboneev V.V., Kolosov Yu A., Kulikova A.Ya., Aboneeva E.V.**
The level and nature of wool productivity of young fine-wool animals of different origins 35

- Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Shalnev O.V.**
Variability of milk characteristics in Holstein cows with varying degrees of inbred 43

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES
Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex

- Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z.**
Study of diesel engine performance when working on biofuel 51

- Borisenko I.B., Meznikova M.V., Skripkin D.V., Rybintsev A.I.**
Application of a tool for deep reclamation tillage to increase the productivity of an orchard 59

- Egozhev A.M., Egozhev A.A., Apkhudov K.A.**
Combined barrel milling cutter for terraced garden 68

- Yesenov I.Kh., Fiapshev A.G., Tsoponov N. E., Satsaev T.R.**
Theoretical justification and practical results of reconstructing the squirrel-cage rotor winding of an induction motor 76

- Magomedov F.M., Melikov I.M., Gasanova E.S., Magomedova N.F.**
Scientific justification of weed control in the agricultural production applying prospective constructions of technical means 85

- Temirzhanov S.I., Shekikhachev Yu.A.**
Justification of the design and technological scheme and parameters of the manure-compost mixture stirrer 93

- Umirzokov A.M., Abaev A.Kh., Turazoda F.O.**
Device for electromechanical minting of cotton 100

- Khamokov M.M., Kilchukova O.Kh., Sokhrokov A.M., Gabachiev D.T.**
Study of a rotary-cavitation liquid heater driven by an asynchronous electric motor 111

Food Systems

Zhilova R.M., Shiritova L.Zh. Determination of temperature regime for baking semi-finished products from choux, shortbread and puff pastry	117
Kodzokova M.Kh., Kunasheva Zh.M., Doguzova A.A. Development of a high-protein bread recipe for sports nutrition	125
Tamakhina A.Ya., Borieva L.Z. The influence of plant extracts on the quality and safety of bread	134
Shagaeva N.N., Zachesova I.A., Esepenok K.V. The use of a brown algae in the formulation of cooked ostrich meat sausages	144

ECONOMY

Regional and Sectoral Economy

Karaeva F.E. Agricultural development in the region: status, problems, and prospects	151
Pilova F. I. Analysis of financial stability of agrarian organization	160

ANNIVERSARIES

Congratulations to Berova D.M.	168
Congratulations to Ashirbekov M.Zh.	170
Congratulations to Kambulov S.I.	172
Congratulations to Kurasov V.S.	174

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

Научная статья

УДК 636.085(470.64)

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-7-17

Расширение кормовой базы в Кабардино-Балкарской Республике**Юрий Мухамедович Шогенов^{✉1}, Хасан Талович Ногмов²**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{✉1}yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>²nogmov.khasan@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования, проведенного в предгорной зоне Кабардино-Балкарии с целью определения влияния оптимальной дозы гуминовых удобрений на продуктивность зеленой массы гибридов кукурузы. Полевые опыты были заложены в 2023–2025 гг. на выщелоченном черноземе, который характеризуется следующими показателями: содержимое гумуса в пахотном горизонте 3,3%, общий азот 0,28%, емкость поглощения 34,4 мг, эквивалент на 100 грамм почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7); содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Ф. В. Чирикову); обеспеченность обменным калием повышенная (15–18 мг на 100 г почвы) (по В. Ф. Чирикову). По механическому составу почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57%. В ходе эксперимента было установлено, что применение гуминового удобрения Гумат +7 способствовало повышению густоты стояния у гибридов кукурузы Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ соответственно на 4,9 и 3,9%. Также высота растения у гибридов кукурузы Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ при обработке гуминовым удобрением Гумат +7 (10 л/т + 2 л/га) увеличилась до показателей 277,6 и 268,6 см соответственно. Урожайность зелёной массы у гибридов кукурузы достигла биологического максимума в условиях предгорной зоны КБР, где зеленая масса гибрида Прохладненский 179 СВ в среднем по годам составила 54,5 т/га, сбор сухого вещества 18,5 т/га, эти же показатели у гибрида Родник 179 СВ 49,2 и 16,6 т/га соответственно. Качество зелёной массы у гибридов кукурузы Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ повышалось за счет применения гуминного удобрения Гумат +7 в дозировке 10 л/т + 2 л/га; содержание переваримого протеина находилось на высокой отметке (20,21 и 20,34 г); выход кормовых единиц достигал максимума (12,4 и 11,3 т/га).

Ключевые слова: гибрид кукурузы, Прохладненский 175 СВ, Родник 179 СВ, зеленая масса, сухое вещество, переваримый протеин, обменная энергия, каротин, выход кормовых единиц

Для цитирования: Шогенов Ю. М., Ногмов Х. Т. Расширение кормовой базы в Кабардино-Балкарской Республике // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 7–17. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-7-17

Original article

Expanding the food supply in Kabardino-Balkarian Republic

Yuri M. Shogenov^{✉1}, Khasan T. Nogmov²

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

^{✉1}yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

²nogmov.khasan@mail.ru

Abstract. This article discusses the results of a study conducted in the foothill zone of Kabardino-Balkaria to determine the influence of optimal dose of humic fertilizers on the green forage productivity of corn hybrids. Field trials were conducted in 2023–2025 on leached chernozem, which is characterized by the following parameters: humus content in the arable horizon of 3.3%, total nitrogen 0.28%, absorption capacity 34.4 mg equivalent per 100 grams of soil, soil solution reaction is neutral (pH – 7). The content of mobile phosphorus is 15.0 mg per 100 g of soil, that is, average supply (according to Chirikov), the supply of exchangeable potassium is increased (15–18 mg per 100 g of soil) (according to Chirikov). In terms of mechanical composition, this soil is heavy loamy. The physical clay content is 57%. During the experiment, it was found that the use of humic fertilizer Humate +7 increased the planting density of corn hybrids Prokhladnensky 175 SV and Rodnik 179 SV by 4.9 and 3.9%, respectively. Also, the plant height of the Prokhladnensky 175 SV and Rodnik 179 SV corn hybrids, when treated with the humic fertilizer Gumat +7 (10 l/t + 2 l/ha), increases to 277.6 cm and 268.6 cm, respectively. The green mass yield of these corn hybrids reaches its biological maximum in the foothills of the KBR, where the green mass of the Prokhladnensky 179 SV hybrid averaged 54.5 t/ha and dry matter yielded 18.5 t/ha, while the Rodnik 179 SV hybrid averaged 49.2 t/ha and 16.6 t/ha, respectively. Green forage quality in the Prokhladnensky 175 SV and Rodnik 179 SV corn hybrids was improved by using the humic fertilizer Gumat +7. In the 10 L/t + 2 L/ha treatment, digestible protein content was high at 20.21 g and 20.34 g, respectively, and feed yields reached a maximum of 12.4 t/ha and 11.3 t/ha, respectively.

Keywords: corn hybrid, Prokhladnensky 175 SV, Rodnik 179 SV, green forage, dry matter, digestible protein, metabolizable energy, carotene, feed yield

For citation: Shogenov Yu.M., Nogmov Kh.T. Expanding the food supply in Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):7–17. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-7-17

Введение. Кукуруза широко культивируется во всем мире благодаря разностороннему использованию (в качестве кормов для животных, пищи для людей, биотоплива) и высокому потенциалу урожайности. Спрос на зерно кукурузы неуклонно растет в связи с расширением животноводства; в 2024 году в Российской Федерации он превысил 10 миллионов тонн. Кукуруза также используется для производства этанола и дизельного топлива. Поэтому производство кукурузы является важнейшим аспектом национальной продовольственной безопасности. Многочисленные исследования, как отечественные, так и международные, посвящены поиску способов повышения урожайности и улучшения качества кукурузы.

А. М. Новичихин, Л. А. Пискарева, Е. Г. Бочарникова в ходе исследований установили, что ... «включение некорневой подкормки растений агропрепаратом «Удобрение гуминовое с микроэлементами МикроСтим марки: МикроСтим-Цинк» в технологию возделывания кукурузы в дозах от 1,5 до 3,5 л/га не оказало влияния на фенологические фазы развития кукурузы, но в то же время обеспечило достоверное повышение урожайности зерна кукурузы на всех вариантах. Наибольшая прибавка урожая кукурузы была получена при внесении высокой дозы удобрения. В опыте было отмечено увеличение количества початков на 100 растениях, массы зерен в початке. Масса 1000 семян превышала контроль на 2,7%» [1].

В. Н. Рыбина и др. изучили ... «действие минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$, биогумуса, 4 т/га и удобрения Экофус, 3 л/га при их раздельном и комплексном применении на урожайность зерна кукурузы. Установлено, что наиболее эффективным является совместное применение всех изучаемых удобрений, которое позволяет получить прибавку урожая зерна кукурузы 44%» [2].

И. А. Бобренко выявил в статье «Результаты исследований по изучению применения гуматов при возделывании гибридов кукурузы венгерской селекции в условиях черноземов обыкновенных Северо-Казахстанской области», что наибольшая средняя урожайность зеленой массы гибрида Прохладненский 175 СВ была получена при обработке растений удобрением в дозах 10 л/т + 2 л/га (27,03 т/га), так же, как и гибрида Родник 179 СВ (29,58 т/га). На показатели сухого вещества положительно повлияли дозы гуминового удобрения 3 л/т + 1,5 л/га. Они составили у гибрида Прохладненский 175 СВ 34,1%, а у гибрида Родник 179 СВ 35,1%. Наибольшая урожайность сухого вещества гибридов отмечалась в варианте 3 л/т + 1,5 л/га: соответственно 8,58 и 9,39 т/га. Максимальный выход кормовых единиц с гектара был получен в варианте при обработке растений удобрением в дозах 10 л/т + 2 л/га и составил у гибрида Прохладненский 175 СВ 6,14 т/га, а у гибрида Родник 179 СВ 7,05 т/га. Гуминовое удобрение положительно повлияло на питательную ценность: увеличивалось содержание сырой клетчатки, БЭВ, переваримого протеина, каротина и обменной энергии» [3].

В статье С. М. Чаркова представлены результаты исследования влияния гумусовых удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы на обыкновенном черноземе. Установлено, что внесение удобрений привело не только к увеличению зеленой массы, но и массы початков. В обработанном варианте урожайность на 57,4 початка/га (29,5%) выше, чем в контрольной группе. Количество початков увеличилось на 12,5%. Рентабельность экспериментального выращивания кукурузы составила 4 645,5 руб./га [4].

В. И. Попова представила ... «результаты исследований по изучению применения гуматов при возделывании гибридов кукурузы венгерской селекции в условиях черноземов

обыкновенных Северо-Казахстанской области. Установлено, что наибольшая урожайность сухого вещества гибридов образовалась в варианте 3 л/т + 1,5 л/га: соответственно 8,58 и 9,39 т/га, что обеспечило экономический эффект» [5].

В. Н. Рыбина выявила, что «при комплексном действии изучаемых факторов получена наибольшая прибавка урожая зерна кукурузы (9,2 ц/га). Применение удобрений и регуляторов роста способствовало улучшению качества зерна кукурузы. Отмечено увеличение содержания белка в зерне при проведении двух обработок смесью гуминового удобрения Золото полей на 0,4% и при двукратной обработке регулятором роста Циркон – на 1,2%» [6].

А. Г. Соколов приводит результаты испытаний нового вида жидких гуминовых удобрений с микроэлементами «ЭлеГум», одновременно сочетающих функции как биологически активного стимулятора роста и развития растений, так и микроэлементных удобрений (В, Си, Zn, Mn), что повышает эффективность их использования, снижает количество некорневых обработок полевых и овощных культур. Применение удобрений в некорневые подкормки кукурузы повышает урожайность зерна на 10–21, зеленой массы на 27–85 ц/га, способствует повышению урожайности корнеплодов сахарной свеклы в среднем на 36–53 ц/га» [7].

Г. Б. Кайсанова установила, что ... «рациональное применение на малопродуктивных луговых почвах органического гуминового удобрения Гумат с полифункциональными свойствами повышает биоэнергетику и экологическую устойчивость сельскохозяйственных культур, обеспечивает товаропроизводителей надежным средством для повышения урожайности зерна с минимальной зависимостью от жестких почвенно-климатических особенностей» [8].

А. О. Чалая изучала в условиях Северного Казахстана влияние гуминовых удобрений «КазуглеГумус» на рост и развитие растений гибридов кукурузы Прохладненский 175 СВ и MV 270 [9].

Результаты полевого испытания жидких микроэлементных удобрений с гуминовыми веществами «ЭлеГум», сочетающих функции биологически активного стимулятора роста

растений и микроэлементных удобрений (B, Cu, Zn, Mn) и характеризующихся хорошей растворимостью в водных растворах и стабильностью компонентов в растворенном состоянии в течение длительного времени, показали, что в сравнении с фоновым вариантом применение удобрений «ЭлеГум-Цинк», «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец» в некорневых подкормках посевов кукурузы способствует повышению урожайности зеленой массы на 27–85 ц/га и зерна на 10,0–20,6 ц/га.

Некорневые подкормки озимой пшеницы жидкими комплексными удобрениями «ЭлеГум-Медь» и «ЭлеГум-Марганец» на дерново-подзолистой супесчаной почве, слабо обеспеченной подвижной медью и обменным марганцем, в фазе кущения повышали урожайность на 5,6–8,8 ц/га, в фазе выхода в трубку на 4,5–7,9 ц/га при урожайности 63,5–67,8 ц/га. Отмечено повышение содержания клейковины в зерне на 2,4–4,2%. Применение удобрений «ЭлеГум-Бор», «ЭлеГум-Марганец» и «ЭлеГум-Медь» в некорневых подкормках посевов сахарной свеклы на фоне органических и минеральных удобрений способствует повышению урожайности корнеплодов в среднем на 36–53 ц/га, выхода сахара – на 3,8–10,5 ц/га. Определен показатель энергетической эффективности использования медно-гуминового удобрения «ЭлеГум-Медь», который составил 79 – для озимой пшеницы, 123 – для сахарной свеклы (корнеплоды), 275 – для кукурузы (зерно), 176 – для кукурузы (зеленая масса) [10].

Оптимальные условия выращивания имеют решающее значение для повышения урожайности и качества, включая правильное и научно обоснованное применение минеральных и органических удобрений. Все больше внимания уделяется реакции гибридов кукурузы на корневую и внекорневую подкормку, поскольку такое удобрение может улучшить урожайность и качество продукции. На основе результатов вышеупомянутых экспериментов в Кабардино-Балкарии было проведено исследование в целях определения реакции раннеспелых, среднеспелых и позднеспелых гибридов кукурузы на минеральное удобрение и обработку высокоэффективными удобрениями на основе гуминовых кислот в течение вегетационного периода.

Цель исследования – установить оптимальную дозу гуминового удобрения Гумат +7,

способствующую повышению урожая зеленой массы гибридов кукурузы для кормовых целей в условиях Кабардино-Балкарии.

Методы, материалы и объекты исследования. Полевые эксперименты велись в 2023–2025 гг. в учебно-производственном комплексе ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова». опыты закладывались на черноземе выщелоченном. Опытный участок характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте 3,3%; общий азот 0,28%; емкость поглощения 34,4 мг-экв на 100 грамм почвы; реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Ф. В. Чирикову); обеспеченность обменным калием повышенная 15–18 мг на 100 г почвы (по Ф. В. Чирикову). По механическому составу почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57%. Опытные делянки в четырехкратной повторности имели площадь 100 м².

В полевом эксперименте объектами изучения служили гибриды кукурузы Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ.

Гумат +7 – жидкий концентрат, который применяется для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки. Препарат улучшает водоудерживающую способность листьев, стимулирует развитие корневой системы и повышает урожайность.

Схема применения: предпосевная обработка семян активизирует рост и развитие крепкой корневой системы; вегетационная обработка (минимум 1–2 процедуры) стимулирует рост наземной части и корней, усиливает обмен веществ. Результаты исследований: обработка препаратом повысила водоудерживающую способность листьев и объём корневой системы. Урожайность увеличилась на 19,3% по сравнению с контролем.

Семена кукурузы обрабатывались перед посевом жидким гумусом в дозах 1; 3; 10 л/т в рабочем растворе с концентрацией 1% (100 г/т). Кукурузу высевали 20 мая сеялкой СОН-2.8А с междурядьем 70 см. Глубина посева 5–6 см. Норма высева 75 тыс. шт. семян/га. После посева повторно прикатывали. На стадии 6–7 листьев растения кукурузы гибридов Про-

хладненский 175 СВ и Родник 179 СВ обрабатывали раствором Гумат +7 в дозах 1, 1,5 и 2 л/га с помощью ранцевого опрыскивателя.

В почвенных пробах определяли: гумус – по Тюрину в модификации Симакова; рН водной вытяжки – на рН-метре; общий азот – по Кьельдалю; нитратный азот – ионоселективным методом; фосфор и калий – по Чирикову.

Зоотехнический анализ кормов проводили по методикам ЦИНАО и ВИЖа. В фазе 6–7 листьев была проведена некорневая обработка путем опрыскивания растений кукурузы гибридов Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ гуминовым удобрением в дозах 1; 1,5 и 2 л/га ранцевым опрыскивателем. Опыт был заложен по схеме, представленной в таблице 1.

Результаты исследования. Норма высева на опытном поле двух гибридов кукурузы составляла 75 тыс./га. В ходе учёта полных всходов установлено, что в среднем на контроле густота стояния у гибрида Прохладненский 175 СВ составила 6,68 шт./м², а у гибрида Родник 179 СВ 6,9 шт./м². На варианте

концентрата Гумат +7 (1 л/т + 1 л/га) густота стояния составила 7 шт./м², что на 2,9% превышало контроль (табл. 2).

Таблица 1. Схема опыта по определению влияния гуминового удобрения на продуктивность гибридов кукурузы
Table 1. Scheme of the experiment to determine the effect of humic fertilizer on the productivity of corn hybrids

Вариант	Гибрид	
	Прохладненский 175 СВ	Родник 179 СВ
Контроль	+	+
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га*	+	+
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	+	+
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	+	+

*Доза для обработки семян + доза для некорневой подкормки в фазу 6–7 листьев, 1%-ный раствор.

Таблица 2. Густота стояния растения кукурузы в период всходов в зависимости от доз гуминового удобрения в предгорной зоне КБР (2023–2025 гг.)

Table 2. Density of corn plants during the germination period depending on the doses of humic fertilizer in the foothill zone of the KBR (2023–2025)

Вариант	Прохладненский 175 СВ		Родник 179 СВ	
	густота стояния, шт./м ²	± к контролю, %	густота стояния, шт./м ²	± к контролю, %
2023 г.				
Контроль	6,8	–	6,9	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	7	2,9	6,9	0,0
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	7,1	4,4	7,1	2,9
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	7,1	4,4	7,1	2,9
2024 г.				
Контроль	6,9	–	6,8	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	7,1	2,9	6,8	0,0
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	7,1	2,9	6,9	1,5
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	7,2	4,3	7,1	4,4
2025 г.				
Контроль	6,7	–	6,6	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	6,8	1,5	6,6	0,0
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	6,9	3,0	6,7	1,5
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	7,1	6,0	6,9	4,5

На варианте Гумат +7 (3 л/т + 1,5 л/га) превышение составило 7,1%, такая же закономерность наблюдалась на варианте Гумат +7 (10 л/т + 2 л/га) в 2023 году.

У гибрида Родник 179 СВ превышение наблюдалось лишь на третьем и четвертом вариантах – на 2,9% выше контроля. Если рас-

смотреть по годам, то можно отметить, что особых различий не наблюдалось.

Таким образом, гуминовое удобрение Гумат +7 оказало положительное влияние на повышение густоты стояния на посевах гибридов Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ, а именно – на варианте Гумат +7 (3 л/т + 1,5 л/га) у обоих гибридов на 3,43 и 1,97% соответ-

ственно, на варианте Гумат +7 (10 л/т + 2 л/га) – на 4,9 и 3,93%.

Высота растения – наиболее важный показатель урожайности зелёной массы – корма для сельскохозяйственных животных. Нами подобрано два гибрида кукурузы, которые отличаются высотой и менее капризны к различным погодным условиям (табл. 3).

Таблица 3. Высота растений гибридов кукурузы в зависимости от доз гуминового удобрения в предгорной зоне КБР (2023–2025 гг.)

Table 3. Height of hybrid corn plants depending on the doses of humic fertilizer in the foothill zone of the KBR (2023–2025)

Вариант	Прохладненский 175 СВ			Родник 179 СВ		
	высота	± к контролю		высота	± к контролю	
		см	%		см	%
2023 г.						
Контроль	261,6	–	–	243,1	–	–
Гумат 1 л/т + 1 л/га	269,4	7,8	3,0	250,7	7,6	3,1
Гумат 3 л/т + 1,5 л/га	270,5	8,9	3,4	252,6	9,5	3,9
Гумат 10 л/т + 2 л/га	274,8	13,2	5,0	256,9	13,8	5,7
2024 г.						
Контроль	264,4	–	–	249,4	–	–
Гумат 1 л/т + 1 л/га	271,3	6,9	2,6	259,6	10,2	4,1
Гумат 3 л/т + 1,5 л/га	272,5	8,1	3,1	263,3	13,9	5,6
Гумат 10 л/т + 2 л/га	277,6	13,2	5,0	268,6	19,2	7,7
2025 г.						
Контроль	264,9	–	–	251,05	–	–
Гумат 1 л/т + 1 л/га	271,3	6,4	2,4	256,15	5,1	2,0
Гумат 3 л/т + 1,5 л/га	272,6	7,7	2,9	258,95	7,9	3,1
Гумат 10 л/т + 2 л/га	277,9	13	4,9	263,75	12,7	5,1
НСР _{0,5}		7,5			9,9	

Гибрид кукурузы Прохладненский 175 СВ на контроле имел высоту растения по годам 261,6–264,9 см. При обработке семян и посева препаратом Гумат +7 (1 л/т + 1 л/га) прирост составил 6,4–7,8 см, что на 2,4–3,0% выше контроля.

На варианте Гумат +7 (3 л/т + 1,5 л/га) прирост составил 7,7–8,9 см, что на 2,9–3,4% выше контроля. Увеличение дозы Гумат +7 (10 л/т + 2 л/га) способствовало повышению высоты растения на 13,0–13,2 см, или на 4,5–5,0%.

У гибрида Родник 179 СВ высота растений на контроле по годам находилась в пределах 243,1–251,1 см. Обработка препаратом Гумат +7 на втором варианте (1 л/т + 1 л/га) увеличила высоту на 5,1–10,2 см, в третьем

варианте (3 л/т + 1,5 л/га) на 7,9–13,9 см, в четвертом (10 л/т + 2 л/га) на 12,7–19,2 см.

Таким образом, высота растений – весьма динамичный показатель высокой эффективности обработки семян и посева гуминовым удобрением Гумат +7.

Урожайность зелёной массы на контроле у гибрида кукурузы Прохладненский 175 СВ колебался в пределах 44,9–52,9 т/га, у гибрида Родник 179 СВ – в пределах 38,5–45,8 т/га. В среднем оба гибрида имели урожай зелёной массы соответственно 49,1 и 42,6 т/га (табл. 4).

Обработка семян и посевов на варианте с Гуматом +7 (1 л/т + 1 л/га) дала прибавку зелёной массы 2,8 т/га, или 5,8% у гибрида Прохладненский 175 СВ, а у гибрида Родник 179 СВ прибавка составила 2,14 т/га, или 8,5%.

Таблица 4. Урожайность зеленой массы гибридов кукурузы в зависимости от доз гуминового удобрения в предгорной зоне КБР (2023–2025 гг.)
Table 4. Yield of green mass of corn hybrids depending on the doses of humic fertilizer in the foothill zone of the KBR (2023–2025)

Вариант	Зеленая масса			Содержание сухого вещества, %	Сухое вещество		
	урожайность, т/га	± к контролю			сбор, т/га	± к контролю	
		т/га	%			т/га	%
Прохладенский 175 СВ							
2023 г.							
Контроль	44,9	–	–	32,7	14,7	–	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	47,5	2,6	5,8	33	15,7	1,0	6,7
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	47,8	3,0	6,6	33,6	16,1	1,4	9,5
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	49,3	4,4	9,8	32,9	16,2	1,5	10,4
2024 г.							
Контроль	49,6	–	–	34,1	16,9	–	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	52,9	3,3	6,7	34,9	18,5	1,6	9,2
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	53,5	3,9	7,8	35,7	19,1	2,2	12,9
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	55,9	6,3	12,8	35,1	19,6	2,7	16,1
2025 г.							
Контроль	52,9	–	–	33,3	17,6	–	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	55,5	2,6	4,9	32,7	18,2	0,5	3,0
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	56,0	3,1	5,9	34,4	19,3	1,7	9,4
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	58,2	5,3	10,0	33,9	19,7	2,1	12,0
Среднее							
Контроль	49,1	–	–	33,4	16,4	–	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	52,0	2,8	5,8	33,5	17,4	1,0	6,3
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	52,5	3,3	6,8	34,6	18,1	1,7	10,6
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	54,5	5,3	10,8	34,0	18,5	2,1	12,8
Родник 179 СВ							
2023 г.							
Контроль	43,5	–	–	33,1	14,4	–	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	45,5	2,34	10,7	32,9	15,0	0,6	3,9
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	46,0	3,56	16,3	34,1	15,7	1,3	8,9
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	47,1	5,18	23,7	33,5	15,8	1,4	9,6
2024 г.							
Контроль	38,5	–	–	33,8	13,0	–	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	49,6	2,14	8,5	33,5	16,6	3,6	27,7
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	51,1	3,47	13,8	35,1	17,9	4,9	38,0
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	51,1	4,45	17,7	34,5	17,6	4,6	35,7
2025 г.							
Контроль	45,8	–	–	33,1	15,1	–	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	47,2	2,34	10,7	32,9	15,5	0,4	2,5
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	47,9	3,56	16,3	34,1	16,4	1,2	8,0
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	49,3	5,18	23,7	33,5	16,5	1,4	9,0
Среднее							
Контроль	42,6	–	–	33,3	14,2	–	–
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	47,4	2,14	8,5	33,1	15,7	1,5	10,6
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	48,3	3,47	13,8	34,4	16,6	2,5	17,3
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	49,2	4,45	17,7	33,8	16,6	2,4	17,2
НСР _{0,5}		2,02		1,25		0,52	

Увеличение дозы гуминовых удобрений (3 л/т + 1,5 л/га) повысило прирост для первого гибрида на 33 т/га, или на 6,8%, для второго – на 3,47 т/га, или на 13,8%.

Дальнейшее увеличение позволило получить максимальную урожайность зелёной массы у обоих гибридов кукурузы, где первый имел максимум отметки 5,45 т/га, второй 4,92 т/га; сбор сухого вещества составил 18,5 т/га у гибрида Прохладненский 175 СВ и 16,6 т/га у гибрида Родник 179 СВ, что выше контроля соответственно на 2,1 т/га, или на 12,8% у первого и на 2,4 т/га, или 17,2% у второго гибрида.

Питательная ценность зелёной массы кукурузы является весьма важным элементом качественного сочного корма для животных.

На контроле у обоих гибридов кукурузы переваримый протеин находился на одном уровне (18,49 г). При обработке гуминовым удобрением Гумат + 7 в дозе 1 л/т + 1 л/га у гибрида Прохладненский 175 СВ содержание переваримого протеина составило 18,94 г, у гибрида Родник 179 СВ 19,0 г с увеличением дозы до 1 л/т + 1 л/га эти показатели выросли (у первого 19,33 г и второго 20,11 г), после обработки в дозировке 10 л/т + 2 л/га повышение составило 20,21 и 20,34 г соответственно (табл. 5).

Таблица 5. Питательная ценность гибридов кукурузы в зависимости от доз гуминового удобрения в предгорной зоне КБР (2023–2025 гг.)
Table 5. Nutritional value of corn hybrids depending on the doses of humic fertilizer in the foothill zone of the KBR (2023–2025)

Вариант	Переваримый протеин, г	Сырая клетчатка, г	БЭВ, г	Каротин, мг	Обменная энергия, МДж	Содержание в 100 кг зелёной массы, корм. ед.	Выход корм. ед., т/га
Прохладненский 175 СВ							
Контроль	18,49	73,29	105,24	20,26	2,04	21,72	10,7
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	18,44	74,39	107,07	21,47	2,29	22,13	11,5
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	19,33	74,72	110,25	22,01	2,60	22,33	11,7
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	20,21	76,38	109,51	22,52	2,46	22,74	12,4
Родник 179 СВ							
Контроль	18,49	75,35	103,79	20,40	2,05	22,13	9,4
Гумат +7 1 л/т + 1 л/га	19,00	74,87	105,51	21,58	2,18	22,43	10,6
Гумат +7 3 л/т + 1,5 л/га	20,11	76,13	107,65	22,07	2,24	22,84	11,0
Гумат +7 10 л/т + 2 л/га	20,34	77,38	108,69	21,81	2,26	23,04	11,3

Сырая клетчатка у гибрида Прохладненский 175 СВ колебалась в пределах 73,29–76,38 г, у гибрида Родник 179 СВ – в пределах 75,35–77,38 г.

БЭВ находился также в пределах у первого гибрида 105,24–109,51 г, у второго гибрида 103,79–108,69 г.

Также отмечался рост каротина с 20,26 мг (контроль) до 22,52 мг (10 л/т + 2 л/га) у гибрида Прохладненский 175 СВ, с 20,40 мг до 22,07 мг у гибрида Родник 179 СВ (3 л/т + 1,5 л/га).

Выход кормовых единиц на лучшем варианте (10 л/т + 2 л/га) у гибрида Прохладненский 179 СВ составил 12,4 т/га против контроля (10,7 т/га) и у гибрида Родник 179 СВ 11,3 т/га против контрольного варианта (9,4 т/га).

Выводы

1. Применение гуминового удобрения Гумат + 7 способствовало повышению густоты стояния у гибридов кукурузы Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ на 4,9 и 3,9% соответственно.

2. Высота растения у гибридов кукурузы Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ при обработке гуминовым удобрением Гумат +7 в дозировке 10 л/т + 2 л/га поднимается до показателей 277,6 и 268,6 см соответственно.

3. Урожайность зелёной массы у гибридов кукурузы достигает биологического максимума в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии: у гибрида Прохладненский 179 СВ в среднем по годам составляет 54,5 т/га, сбор

сухого вещества 18,5 т/га; у гибрида Родник 179 СВ 49,2 и 16,6 т/га соответственно.

4. Качество зелёной массы у гибридов кукурузы Прохладненский 175 СВ и Родник 179 СВ повышалось за счет применения гуминного удобрения Гумат +7 в дозировке 10 л/т + 2 л/га; содержание переваримого протеина находилось на высокой отметке (20,21 и 20,34 г); выход кормовых единиц достигал максимума (12,4 и 11,3 т/га).

Список литературы

1. Новичихин А. М., Пискарева Л. А., Бочарникова Е. Г. Влияние гуминового удобрения Микро-стим-Цинк на урожайность и качество зерна кукурузы // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: коллективная монография / Под редакцией В. В. Окоркова. Иваново: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», 2019. С. 167–170. EDN: YZFRGF
2. Рыбина В. Н., Денисенко А. И., Цымбал Е. И. Влияние минеральных, гуминовых удобрений и биогумуса на урожайность зерна кукурузы // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики «Луганский национальный аграрный университет». 2019. № 7-1. С. 633–639. EDN: KTVJNR
3. Бобренко И. А., Чалая А. О., Попова В. И. Эффективность гуминовых удобрений при возделывании гибридов кукурузы на обыкновенном черноземе // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 1(37). С. 13–20. EDN: TKMTKT
4. Чарков С. М., Белокопытова П. С. Влияние гуминового удобрения «гуматы Хакасии» на урожай зелёной массы кукурузы на чернозёмах обыкновенных республики Хакасия // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. 2020. № 1(31). С. 55–58. EDN: BGSARR
5. Попова В. И., Чалая А. О. Экономическая эффективность применения гуминовых удобрений при возделывании гибридов кукурузы // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2020. № 3(22). С. 3. EDN: CJKNTV
6. Изучение комплексного действия биогумуса, гуминового удобрения и регулятора роста при выращивании кукурузы / В. Н. Рыбина, А. И. Денисенко, А. А. Кадурина, А. А. Миличенко // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. 2022. № 2(15). С. 65–70. EDN: JRIKUC
7. Агроэнергетическая эффективность некорневых подкормок сельскохозяйственных культур жидкими микроэлементными удобрениями с гуминовыми веществами «Элегум» / Г. А. Соколов, М. В. Рак, Н. С. Гаврильчик, И. В. Симакина // Природопользование. 2010. № 18. С. 170–176. EDN: ZFADKG
8. Кайсанова Г. Б., Сулейменов Б. У. Эффективность органического гуминового удобрения Гумат на посевах кукурузы в условиях андижанской области // Современные технологии: проблемы инновационного развития и внедрения результатов: сб. статей X Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 05 августа 2021 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2021. С. 289–293. EDN: KZKLNC
9. Чалая А. О. Эффективность гуминовых удобрений при возделывании гибридов кукурузы на обыкновенном черноземе // Каталог выпускных квалификационных работ ФГБОУ ВО Омский ГАУ: серия «Агрехимия и агропочвоведение»: сб. материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2021. С. 419–426. EDN: UQJUNE
10. Влияние некорневых подкормок жидкими гуминовыми удобрениями с микроэлементами на урожайность и качество свеклы и кукурузы / Г. А. Соколов, М. В. Рак, Т. Я. Кашинская [и др.] // Овощеводство: сборник научных трудов. Минск, 2010. С. 243–250.

References

1. Novichikhin A.M., Piskareva L.A., Bocharnikova E.G. Effect of humic fertilizer Microstim-Zinc on the yield and quality of corn grain. *Sovremennye tendencii v nauchnom obespechenii agropromyshlennogo kompleksa: kolektivnaya monografiya. Pod redakciej V.V. Okorkova* [Modern trends in scientific support of

the agro-industrial complex: collective monograph. Edited by V.V. Okorkov]. Ivanovo: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe nauchnoe uchrezhdenie "Verhnevolzhskij federal'nyj agrarnyj nauchnyj centr, 2019. Pp. 167–170. (In Russ.). EDN: YZFRGF

2. Rybina V.N., Denisenko A.I., Tsymbal E.I. Influence of mineral, humic fertilizers and vermicompost on corn grain yield. *Nauchnyj vestnik gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya Luganskoj Narodnoj Respubliki "Luganskij nacional'nyj agrarnyj universitet"*. 2019;(7-1):633–639. (In Russ.). EDN: KTBJNR

3. Bobrenko I.A., Chalaya A.O., Popova V.I. The effectiveness of humic fertilizers in the cultivation of maize hybrids on ordinary chernozem. *Vestnik of Omsk SAU*. 2020;1(37):13–20. (In Russ.). EDN: TKMKT

4. Charkov S.M., Belokopytova P.S. Influence of the humic fertilizer "Humates of Khakassia" on the yield of green mass of corn on ordinary chernozems of the Republic of Khakassia. *Vestnik Hakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. F. Katanova*. 2020;1(31):55–58. (In Russ.). EDN: BGSARR

5. Popova, V.I., Chalaya A.O. Economic efficiency of using humic fertilizers in the cultivation of corn hybrids. *Elektronnyj nauchno-metodicheskij zhurnal Omskogo GAU*. 2020;3 (22):3. (In Russ.). EDN: CJKNTV

6. Rybina V.N., Denisenko A.I., Kadurina A.A., Milichenko A.A. The study of the complex action of vermicompost, humic fertilizer and growth regulator in the cultivation of corn. *Nauchnyj vestnik gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya Luganskoj Narodnoj Respubliki "Luganskij nacional'nyj agrarnyj universitet"*. 2022;2(15):65–70. (In Russ.). EDN: JRIKUC

7. Sokolov G.A., Rak M.V., Gavrilchik N.S., Simakina I.V. Agroenergetic efficiency of foliar feeding of agricultural crops with liquid microelement fertilizers with humic substances "Elegum". *Prirodopol'zovanie*. 2010;(18):170–176. (In Russ.). EDN: ZFADKG

8. Kaisanova G.B., Suleimenov B.U. Efficiency of the organic humic fertilizer Humate on corn crops in the Andijan region. *Sovremennye tekhnologii: problemy innovacionnogo razvitiya i vnedreniya rezul'tatov: sb. statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Petrozavodsk, 05 avgusta 2021 goda* [Modern technologies: problems of innovative development and implementation of results: collection of articles of the X International scientific and practical conference, Petrozavodsk, August 5, 2021]. Petrozavodsk: Mezhdunarodnyj centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya Irina Igorevna), 2021. Pp. 289–293. (In Russ.). EDN: KZKLNC

9. Chalaya A. O. Effectiveness of humic fertilizers in cultivating maize hybrids on ordinary chernozem. *Katalog vypusknyh kvalifikacionnyh rabot FGBOU VO Omskij GAU: seriya "Agrohimiya i agropochvedenie": sb. materialov po itogam nauchno-issledovatel'skoj deyatel'nosti. Omsk: Omskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni P.A. Stolypina* [Catalog of final qualifying works of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Agricultural University: series "Agrochemistry and Agro-Soil Science": collection of materials based on the results of research activities]. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2021. Pp. 419–426. (In Russ.). EDN: UQJUNE

10. Sokolov G.A., Rak M.V., Kashinskaya T.Ya. [et al.] The influence of foliar feeding with liquid humic fertilizers with microelements on the yield and quality of beets and corn. *Ovoshchevodstvo: sbornik nauchnyh trudov* [Vegetable growing: a collection of scientific papers]. Minsk, 2010. Pp. 243–250.

Сведения об авторах

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

Ногмов Хасан Талович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2984-8041

Information about the authors

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

Khasan T. Nogmov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2984-8041

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 17.02.2026;
одобрена после рецензирования 05.03.2026;
принята к публикации 12.03.2026.*

*The article was submitted 17.02.2026;
approved after reviewing 05.03.2026;
accepted for publication 12.03.2026.*

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 636.39:636.082

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-18-26

**Влияние ультрафиолетового излучения на живую массу молодняка
коз мурсиана-гранадина**

**Орест Антипович Басонов^{✉1}, Юрий Харлампиевич Илиади²,
Анастасия Вячеславовна Судакова³, Павел Иванович Кондаков**

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

³anastasia.sudakova@rambler.ru

Аннотация. В статье изучена динамика живой массы козочек четырех групп породы мурсиана-гранадина после ультрафиолетового облучения лампами СОУ-1 (1-я опытная), СОУ-2 (2-я опытная), ОУФк (3-я опытная), без облучения (4-я контрольная) по 15 голов в каждой. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что первая группа козочек продемонстрировала наилучшие результаты по живой массе на протяжении всего периода наблюдения, в то время как остальные группы показывали менее выраженные различия. В первую лактацию козочки первой группы показали наибольшую живую массу, превосходя вторую группу на 3,1 кг, или на 6,33%, третью группу на 3,9 кг, или на 8,09% (при статистически достоверных различиях $p < 0,05$) и контрольную группу на 6 кг (13,02%, $p < 0,01$). Во второй лактации первая группа лидировала, опережая вторую группу на 3,0 кг (5,71%) и четвертую группу на 6,3 кг (12,8%, $p < 0,05$). В третьей лактации первая группа показала живую массу 57,8 кг, что на 2,3 кг (4,14%) выше, чем во второй группе, и на 5,1 кг (9,68%) превышает живой вес в четвертой группе. Подопытные животные четвертой группы имели наименьшие значения, уступая третьей группе (1,7 кг, или 3,04%) и второй группе (2,8 кг, или 5,31%). У второй группы в третьей лактации фиксируются наибольшие результаты в третьей лактации, превышая показатели предыдущих лактаций на 3,0 кг (5,71%) и 6,5 кг (13,27%, $p < 0,05$). У третьей группы наилучшие результаты отмечаются в третьей лактации, превышая предыдущие на 2,3 кг (4,42%) и 6,1 кг (12,66%). Исследуемые козочки контрольной группы достигают максимальных значений по показателям живой массы в третьей лактации 52,7 кг, что больше на 6,6 кг (14,32%) по сравнению с первой и на 3,5 кг (7,11%) по сравнению со второй лактациями.

Ключевые слова: козы, живая масса, мурсиана-гранадина, среднесуточный прирост, абсолютный прирост, относительный прирост

Для цитирования: Басонов О. А., Илиади Ю. Х., Судакова А. В., Кондаков П. И. Влияние ультрафиолетового излучения на живую массу молодняка коз мурсиана-гранадина // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 18–26. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-18-26

Original article

Effect of ultraviolet radiation on the live weight of young Murciana-Granadina goats

Orest A. Basonov^{✉1}, Yuri Kh. Iliadi², Anastasia V. Sudakova³, Pavel I. Kondakov

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

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

²mdsltdgr@yahoo.gr

³anastasia.sudakova@rambler.ru

Abstract. The article studies the dynamics of live weight of female goats of the Murciana-Granadina breed from four groups after ultraviolet irradiation with "SOU-1" (1st experimental), "SOU-2" (2nd experimental), "OUFk" (3rd experimental) lamps, and without irradiation (4th control) lamps, with 15 heads in each. The obtained experimental data indicate that the first group of female goats demonstrated the best results in terms of live weight throughout the entire observation period, while the other groups showed less pronounced differences. In the first lactation, the female goats of the first group showed the highest live weight, exceeding the second group by 3.1 kg or 6.33%, the third group by 3.9 kg or 8.09% with statistically significant differences $p < 0.05$ and the control group by 6 kg (13.02%, $p < 0.01$). In the second lactation, the first group was in the lead, ahead of the second group by 3.0 kg (5.71%) and the fourth group by 6.3 kg (12.8%, $p < 0.05$). In the third lactation, the first group showed a live weight of 57.8 kg, which is 2.3 kg (4.14%) higher than in the second group, and 5.1 kg (9.68%) more than the weight of animals of the fourth group. The experimental animals of the fourth group had the lowest values, behind the third group (1.7 kg or 3.04%) and the second group (2.8 kg or 5.31%). The second group in the third lactation recorded the highest results in the third lactation, exceeding the indicators of previous lactations by 3.0 kg (5.71%) and 6.5 kg (13.27%, $p < 0.05$). The third group achieved its best results in the third lactation, exceeding the previous ones by 2.3 kg (4.42%) and 6.1 kg (12.66%). The control group's female goats achieved their maximum live weight in the third lactation 52.7 kg, which is 6.6 kg (14.32%) more than the first and 3.5 kg (7.11%) more than the second lactation.

Keywords: goats, live weight, Murciana-Granadina, average daily gain, absolute gain, relative gain

For citation: Basonov O.A., Iliadi Yu.Kh., Sudakova A.V., Kondakov P.I. Effect of ultraviolet radiation on the live weight of young Murciana-Granadina goats. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):18–26. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-18-26

Введение. Козоводство – значимая подотрасль животноводства, которая по своей важности не уступает отрасли крупного рогатого скота [1–7].

Недостаток естественного ультрафиолетового излучения вызывает у сельскохозяйственных животных, в том числе у коз, нарушение обмена веществ, понижение защитных функций организма, различные заболевания, особенно у животных, находящихся в помещениях в зимний период содержания [8, 9].

Нижний Новгород занимает высокие позиции в рейтинге «самых пасмурных» городов России. Согласно данным метеорологических исследований, жители данного города подвержены воздействию серого неба в течение

182 дней в году, что составляет почти 50% календарного периода. Данная климатическая особенность негативно сказывается на состоянии здоровья коз породы мурциана-гранадина, поскольку животные не получают достаточного количества солнечного света, что приводит к истощению и снижению их продуктивности. В этой связи использование ультрафиолетовых ламп представляется эффективным решением для улучшения здоровья и продуктивности данных животных, способствуя синтезу витамина D и поддержанию оптимального уровня метаболических процессов.

Использование УФ-ламп в сочетании с правильным уходом и питанием может зна-

чительно улучшить линейный рост коз мурсиана-гранадина, что делает их более продуктивными и здоровыми.

На основании вышеизложенного изучение влияния ультрафиолетовых лучей на живую массу молодняка коз породы мурсиана-гранадина актуально.

Цель исследования – определение степени влияния ультрафиолетовых лучей, вырабатываемых разными лампами (СОУ-1, СОУ-2, ОУФк-03), на живую массу коз породы мурсиана-гранадина в различные возрастные периоды (от рождения до 18 месяцев).

Материалы, методы и объекты исследования. Экспериментальная часть работы по определению степени влияния ультрафиолетовых лучей на линейный рост молодняка коз породы мурсиана-гранадина в возрасте от 3 до 4 месяцев проводилась в октябре – ноябре 2022 г., а по учету продуктивных показателей (молочной и мясной) – в 2023–2025 годы на базе ООО «Дружба» Лысковского района Нижегородской области.

Для проведения опыта было отобрано четыре группы (1-я опытная, 2-я опытная, 3-я опытная и 4-я контрольная) козочек по 15 голов в каждой в возрасте трех месяцев методом парных аналогов. Животные были аналогичны по возрасту и живой массе и находились в одинаковых условиях кормления и содержания.

Рост молодняка изучали на козочках до 18-месячного возраста. Взвешивание животных проводили при рождении, в возрасте 3, 4, 8 и 18 месяцев.

Скорость роста животных определяли путем расчета абсолютного, среднесуточного и относительного прироста живой массы. Величину абсолютного и относительного прироста устанавливали по методу С. Броди.

Полученные экспериментальные данные биометрически обрабатывали методом вариационной статистики с использованием критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследования. Живая масса сельскохозяйственных животных (типичный количественный признак) является одним из важных показателей, учитываемых в селекционной работе. Живая масса обязательно оценивается у всех групп животных: молодняка, маток, производителей. Живая масса животных существенно влияет на их продуктивность в сельском хозяйстве. Научные исследования показывают, что более высокая живая масса коррелирует с увеличением производственных показателей, таких как рост и продуктивность.

Живая масса подопытных козочек в разные возрастные периоды представлена в таблице 1.

Таблица 1. Динамика живой массы подопытных козочек, кг
Table 1. Dynamics of live weight of experimental goats, kg

Возраст	1-я группа n=15	2-я группа n=15	3-я группа n=15	4-я группа контрольная n=15
При рождении	1,71±0,05	1,68±0,04	1,69±0,06	1,72±0,08
3 месяца	11,68±0,15	11,35±0,22	11,46±0,37	11,51±0,44
4 месяца	14,03±0,11	13,60±0,17	13,40±0,26	12,90±0,34
8 месяцев	31,40±0,62	29,50±0,55	28,20±0,48	26,90±0,37
18 месяцев	41,20±0,99	39,50±0,95	37,70±0,81	36,80±0,96

Из данных таблицы 1 установлено, что при рождении козочки разных групп имели незначительную разницу в живой массе. При воздействии УФ-лампой СОУ-1 отмечено превосходство (0,58%) в пользу четвертой группы при статистически незначимых различиях. При рождении контрольная группа

опережала группы животных, на которых воздействовали лампами ОУФк-03 и СОУ-2, на 0,03 и 0,04 кг, или 1,78 и 2,38% при недостоверной разнице. Выявлено, что животные, на которых воздействовали лампами СОУ-1, превосходили козочек, на которых осуществляли воздействие лампами ОУФк-03 и СОУ-2,

на 0,02 и 0,03 кг, или 1,18 и 1,79% при статистически незначимых отличиях. При недостоверных различиях группа животных, подверженная облучению лампами ОУФк-03, превосходит группу, облучаемую лампами СОУ-2, на 0,01 кг, или 0,68%.

Анализ табличного материала (табл. 1) показывает, что в возрасте 3 месяцев, после отъема от матерей, наибольшей живой массой обладает группа, подверженная облучению лампой СОУ-1 (11,68 кг), которой уступают представители всех остальных групп: контрольной группы (1,13 кг, или 1,48%), группы при лампе ОУФк-03 (0,22 кг, или 1,92%), группы при лампе СОУ-2 (0,33 кг, или 2,91%). Статистическая достоверность оказалась незначимой. Во временной период 3 месяцев контрольная группа превосходит третью и вторую группы на 0,05 и на 0,16 кг, или 0,44 и 1,41%. Подопытные козочки третьей группы по показателю живой массы имели преимущество над представителями второй группы на 0,11 кг, или 0,97%.

В постоблучательный период (4 месяца) наибольшей живой массой обладают представители 1-й группы (14,03 кг), что превышает значения контрольной группы на 1,13 кг, или 8,76% при значимой разнице ($p < 0,01$); показатели 3-й группы – на 0,63 кг, или 4,7% при достоверной разнице ($p < 0,01$); цифровые данные 2-й группы – на 0,43 кг, или 3,16% ($p < 0,05$). При статистически незначимой разнице 2-я группа опережает 3-ю и 4-ю группы

на 0,2 кг, или на 1,49% и на 0,7 кг, или 5,43%. При сравнении 3-й и 4-й групп лидируют козочки, содержащиеся при лампе ОУФк-03, которые имеют большие значения по сравнению с контрольной группой (на 0,5 кг, или 3,88%).

В 8 месяцев наибольшие величины имеет группа при лампе СОУ-1 (31,4 кг), что больше, чем живая масса в группе при лампе СОУ-2, на 1,9 кг, или на 6,44% ($p < 0,05$), в группе с лампой ОУФк-03 – на 3,2 кг, или 11,35% при значимой разнице ($p < 0,01$), в 4-й группе на 4,5 кг, или на 16,73% ($p < 0,01$).

Животные, содержащиеся при лампе СОУ-2, превосходили козочек, содержащихся при лампе ОУФк-03, и контрольной группы на 1,3 и 2,6 кг, или 4,61 и 9,67% ($p < 0,01$). В свою очередь, 3-я группа превосходит 4-ю группу на 1,3 кг, или 4,83% при статистически значимых отличиях ($p < 0,05$).

Наибольшими показателями живой массы в возрасте 18 месяцев обладали козочки 1-й группы, которым уступали все остальные группы сверстников на следующие величины: на 1,7 кг, или 4,3% козочки 2-й группы, на 3,5 кг, или 9,28% при $p < 0,05$ козочки 3-й группы, на 4,4 кг, или 11,96% козочки 4-й группы при $p < 0,01$. В свою очередь, 2-я группа подопытных животных опережает 3-ю и 4-ю группы на 1,8 и 2,7 кг, или 4,77 и 7,34%. 3-я группа опережает 4-ю группу на 1,8 кг, или 4,77%.

Живая масса подопытных козочек в разные лактации представлена в таблице 2.

Таблица 2. Динамика живой массы подопытных козочек, кг
Table 2. Dynamics of live weight of experimental goats, kg

Возраст	1-я группа n=15	2-я группа n=15	3-я группа n=15	4-я группа контрольная n=15
1 лактация	52,10±1,10	49,00±1,22	48,20±1,21	46,10±1,31
2 лактация	55,50±1,30	52,50±1,42	52,00±1,59	49,20±1,88
3 лактация	57,80±2,25	55,50±2,33	54,30±2,75	52,70±3,40

В первую лактацию наибольшей массой обладали исследуемые козочки 1-й группы, которые имели большие значения, чем представители 2-й группы на 3,1 кг, или 6,33%, 3-й группы – на 3,9 кг, или 8,09% при $p < 0,05$, 4-й группы на 6 кг, или 13,02% при значимой разнице ($p < 0,01$). Подопытные животные вто-

рой группы опережают 3-ю и 4-ю группы на 0,8 и 2,9 кг, или 1,66 и 6,29%. Козочки 3-й группы опережают 4-ю группу на 2,1 кг, или 4,56%.

В период 2 лактации наибольшими значениями также обладают козочки 1-й группы, превосходя 2-ю группу на 3,0 кг, или 5,71%,

3-ю группу – на 3,5 кг, или 6,73%, 4-ю группу – на 6,3 кг, или 12,8% при значимой разнице ($p<0,01$). 2-я группа опережает 3-ю и 4-ю группы на 0,5 и 3,3 кг, или 0,96 и 6,71%.

В 3 лактацию также лидирует 1-я группа (57,8 кг), что больше по сравнению со 2-й группой на 2,3 кг, или 4,14%, с 3-й группой – на 3,5 кг, или 6,45%, с 4-й группой – на 5,1 кг, или 9,68% при значимой разнице ($p<0,01$). Наименьшими значениями среди всех анализируемых групп характеризуется 4-я группа, уступая 3-й группе на 1,7 кг, или 3,04% и 2-й группе 2,8 кг, или 5,31%.

В представленных данных таблицы по 3 лактациям можно сказать, что наибольшими величинами в 1-й группе обладают козочки в 3 лактацию (57,8 кг), что больше, чем в 1 лак-

тацию, на 2,3 кг, или 4,14% и во 2 лактацию на 5,7 кг, или 10,94% при значимой разнице ($p<0,01$). У 2-й группы наибольшими значениями характеризуется 3 лактация, что больше, чем 2 и 1 лактации, на 3,0 кг, или 5,71% и 6,5 кг, или 13,27% при $p<0,05$. У 3-й группы наибольшими показателями живой массы характеризуется 3 лактация, что больше, чем в 2 и 1 лактации, на 2,3 кг, или 4,42% и на 6,1 кг, или 12,66%. У 4-й группы также наибольшими цифровыми величинами обладают ярочки в 3 лактацию (52,7 кг), что больше, чем в 1 лактацию, на 6,6 кг, или 14,32% и чем во 2 лактацию, на 3,5 кг, или 7,11%.

Показатели среднесуточного прироста подопытных козочек в различные периоды отражены в таблице 3.

Таблица 3. Динамика изменения среднесуточных приростов подопытных козочек, г
Table 3. Dynamics of changes in average daily weight gain of experimental goats, g

Возраст	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа контрольная
От рождения до 3 месяцев	110,87±1,31	107,47±2,03	108,53±3,59	108,79±4,31
От 3 до 4 месяцев	78,29±5,21	75,02±5,51	64,50±7,90	46,95±4,87
От 4 до 8 месяцев	144,74±4,54	132,54±4,13	123,39±4,18	116,47±3,61
От 8 до 18 месяцев	32,67±1,53	33,33±1,57	31,64±1,45	33,01±2,25
От рождения до 18 месяцев	73,14±1,79	70,03±1,73	66,67±1,50	64,96±1,76

По данным изменения среднесуточных приростов подопытных козочек (табл. 3) наблюдается следующее: от рождения до 3 месяцев наибольшими значениями характеризуется 1-я группа (110 г), что на 3,4 г, или 3,16 больше, чем у 2-й группы, и на 2,34 г, или 2,16% и 2,08 г, или 1,91% больше, чем у 3-й и 4-й групп.

В период от 3 до 4 месяцев также наивысшими значениями обладает 1-я группа (78,29 г), что больше, чем у 2-й группы, на 3,27 г, или 4,36%, чем у 3-й группы – на 10,52 г, или 16,31% и чем у 4-й группы – на 28,07 г, или 59,79% при высокодостоверной разнице $p<0,01$.

Период от 4 до 8 месяцев характеризуется превосходством по среднесуточному приросту 1-й группы (144,74 г), что превышает 2-ю, 3-ю и 4-ю группы на 12,2 г, или 9,2%, на 21,35 г, или 17,3% ($p<0,01$) и на 28,27 г, или 24,27% при высокодостоверной разнице $p<0,01$. 2-я

группа опережает 3-ю и 4-ю группы на 9,15 г, или 7,42% и 16,07 г, или 13,8% ($p<0,05$). Группа козочек, подверженных излучению УФ-лампами ОУФк-03, превосходит контрольную группу на 6,92 г, или 5,94%.

В интервале от 8 до 18 месяцев наблюдается превосходство 2-й группы над остальными группами сверстников. Группа козочек, подверженных излучению УФ-лампами СОУ-2, превосходит 4-ю, 3-ю и 1-ю группы на 0,32 г, или 0,97%, 1,69 г, или 5,34% и на 0,66 г, или 2,02%. Наименьшими значениями среднесуточного прироста в этот период характеризуется группа 3, уступая сверстникам 1-й и 4-й групп (1,03 г, или 3,26% и 1,37 г, или 4,33%).

В период от рождения до 18 месяцев наибольшие значения прироста характерны для 1-й группы (73,14 г), что больше, чем у 2-й, 3-й и 4-й групп на 3,11 г, или 4,44%, на 6,47 г, или 9,7% ($p<0,05$), на 8,18 г, или 12,59% при достоверной разнице $p<0,05$. Наименьшими по-

казателями в период от рождения до 18 месяцев характеризуется 4-я группа (64,96 г), уступая 3-й группе (1,71 г, или 2,63%) и 2-й группе (5,07 г, или 7,8%).

Таким образом, данные среднесуточного прироста подопытных козочек показывают, что первая группа имеет наивысшие показатели на всех этапах развития начиная с 110 г в возрасте до 3 месяцев и достигая 144,75 г с 4 до 8 месяцев, в то время как вторая группа начинает демонстрировать лучшие результаты

в возрасте от 8 до 18 месяцев. За весь период от рождения до 18 месяцев первая группа в среднем показывает прирост 73,10 г, в то время как четвертая группа имеет наименьшие результаты (64,96 г). Эти данные подчеркивают значимость возрастных периодов и группового деления для оценки роста козочек.

Динамика изменения абсолютных приростов подопытных козочек в различные возрастные периоды отражена в таблице 4.

Таблица 4. Динамика изменения абсолютных приростов подопытных козочек, кг
Table 4. Dynamics of changes in absolute weight gain of experimental goats, kg

Возраст	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа контрольная
От рождения до 3 месяцев	9,98±0,12	9,67±0,18	9,77±0,32	9,79±0,32
От 3 до 4 месяцев	2,35±0,16	2,25±0,17	1,93±0,24	1,39±0,20
От 4 до 8 месяцев	17,37±0,54	15,90±0,50	14,81±0,50	14,00±2,21
От 8 до 18 месяцев	9,80±0,46	10,00±0,47	9,49±0,44	9,90±2,21
От рождения до 18 месяцев	39,50±0,97	37,83±0,94	36,00±0,81	50,98±2,21

Данные таблицы 4 показывают, что в период от рождения до 3 месяцев по показателю абсолютного прироста лидирует группа 1, что превышает группы 2, 3 и 4 на 0,31 кг, или 3,21%, на 0,21 кг, или 2,15% и на 0,18 кг, или 1,94%. Наименьшими значениями обладает 2-я группа (9,67 кг), уступая 3-й и 4-й группе 0,1 кг, или 1,03% и 0,02 кг, или 0,2%. Период от 3 до 4 месяцев характеризуется превосходством 1-й группы (2,35 кг), что превышает значения 2-й, 3-й и 4-й групп на 0,1 кг, или 4,44%, на 0,42 кг, или 21,13% и 0,96 кг, или 69,06% ($p < 0,05$). В период от 4 до 8 месяцев продолжает лидировать 1-я группа, преобладая над 2-й, 3-й и 4-й группами на 1,47 кг, или 9,25%, на 2,56 кг, или 17,29% ($p < 0,01$), 3,37 кг,

или 24,07%. В период от 8 до 18 месяцев лидирует 2-я группа, превышая показатели 1-й группы на 0,2 кг или 2,04%, 3-й группы – на 0,5 кг, или 5,26%, 4-й группы – на 0,1 кг, или 1,01%. В период от рождения до 18 месяцев 1-я группа по цифровым значениям абсолютного прироста превосходит 2-ю, 3-ю группы на 1,67 кг, или 4,41%, на 3,5 кг, или 9,72% ($p < 0,05$). Исследуемые козочки 4-й группы превосходят 3-ю группу на 14,98 кг, или 41,61% при значимой разнице ($p < 0,01$), 2-ю группу – на 13,15 кг, или 34,76% ($p < 0,01$) и 1-ю группу – на 11,48 кг, или 29,06% ($p < 0,01$).

Динамика изменения относительных приростов подопытных козочек в различные возрастные периоды приведена в таблице 5.

Таблица 5. Динамика изменения относительных приростов козочек, %
Table 5. Dynamics of changes in relative growth rates of goats, %

Возраст	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа контрольная
От рождения до 3 месяцев	149,16±0,01	148,58±0,01	148,46±0,01	147,88±0,02
От 3 до 4 месяцев	18,33±0,01	18,17±0,01	15,97±0,02	12,01±0,01
От 4 до 8 месяцев	76,21±0,01	73,61±0,01	71,12±0,02	70,36±0,02
От 8 до 18 месяцев	26,86±0,01	28,81±0,01	28,69±0,01	30,73±0,02
От рождения до 18 месяцев	92,94±0,01	93,73±0,02	95,96±0,02	97,71±0,03

Анализ таблицы 5 показывает, что по показателю относительного прироста в возрастной период от рождения до 3 месяцев лидирует 1-я группа (149,16), превышая значения 2-й группы на 0,58 единицы ($p < 0,01$), 3-й группы – на 0,7 единицы ($p < 0,01$), 4-й группы – на 1,28 единицы ($p < 0,01$). В возрастной период от 3 до 4 месяцев лидирует 1-я группа, опережая 2-ю, 3-ю и 4-ю группы на 0,16 единицы ($p < 0,01$), 2,36 единицы ($p < 0,01$), и 6,32 единицы ($p < 0,01$). Относительный прирост от 4 до 8 месяцев наибольший у 1-й группы с опережением 2-й группы на 2,6 единицы ($p < 0,01$), 3-й группы – на 5,09 единицы ($p < 0,01$) и 4-й группы – на 5,85 единицы ($p < 0,01$). В возрастной период от 8 до 18 месяцев лидирует группа 4, опережая 3-ю группу на 2,04 единицы ($p < 0,01$), 2-ю группу на 1,92 единицы ($p < 0,01$), 1-ю группу на 3,87 единицы ($p < 0,01$). В период от рождения до 18 месяцев лидирует 4-я группа, опережая 1-ю группу на 4,77 единицы ($p < 0,01$), 2-ю группу на 3,98 единицы ($p < 0,01$), 3-ю группу на 1,75 единицы ($p < 0,01$). Наименьшими показателями в этот период обладает 1-я группа (92,94), уступая 2-й группе 0,79 ($p < 0,01$) и 3-й группе 3,02 единицы ($p < 0,01$).

Выводы. На основании проведенных исследований по изучению влияния ультрафиолетового облучения на живую массу молодняка коз породы мурсиана-гранадина определено, что первая группа козочек (лампа СОУ-1) демонстрировала наилучшие результаты по живой массе на протяжении всего периода наблюдения, в то время как остальные груп-

пы показывали менее выраженные различия. При рождении и в возрасте трех месяцев различия между группами были статистически незначительными, однако к четверем и восемнадцати месяцам первая группа показала значительное превосходство по сравнению с остальными группами.

Первая группа имеет наивысшие показатели на всех этапах развития начиная с 110 г в возрасте до 3 месяцев и достигая 144,75 г в возрасте с 4 до 8 месяцев.

Установлено, что по показателю абсолютного прироста в различных возрастных периодах группа 1 демонстрирует стабильное лидерство в ранние месяцы жизни, значительно опережая остальные группы. Однако в период от 8 до 18 месяцев козочки группы 2 становятся лидерами, что указывает на изменение динамики роста. В период от рождения до 18 месяцев лидером становится 4-я группа.

Доказано, что по относительному приросту 1-я группа лидирует в возрасте от рождения до 8 месяцев, демонстрируя наибольшие темпы роста и опережая другие группы. В период от 8 до 18 месяцев 4-я группа начинает показывать лучшие результаты, опережая 1-ю группу на 4,08 единицы. В целом за весь период от рождения до 18 месяцев 1-я группа сохраняет преимущество над остальными. Таким образом, при одинаковых условиях кормления и содержания четырех групп козочек породы мурсиана-гранадина УФ-излучение эффективно воздействовало на их линейный рост.

Список литературы

1. Еремеева Н. А. Состояние отечественной отрасли козоводства на современном этапе развития России // Russian Journal of Management. 2024. Т. 12. № 1. С. 177–185. DOI: 10.29039/2409-6024-2024-12-1-177-185. EDN: NAOZFF
2. Долгих О. С., Вахнина Т. Н., Москалев А. А. Особенности развития отечественного овцеводства и козоводства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 8. С. 64–67. EDN: RSBCWJ
3. Пушкарев М. Г. Козоводство Удмуртии, состояние и перспективы развития // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 3. № 7. С. 149–151. EDN: TBIUVZ
4. Свяженина М. А. Экстерьер и некоторые особенности продуктивности коз зааненской породы в Тюменской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 53. С. 154–159. DOI: 10.24411/2078-1318-2018-14154. EDN: YUOELJ
5. Современное состояние и перспективы развития козоводства в республике Тыва / С. А. Грикшас, О. Н. Пастух, Ч. А. Аракчаа, С. Д. Монгуш // Главный зоотехник. 2022. № 7(228). С. 40–45. DOI: 10.33920/sel-03-2207-05. EDN: TXSUFU

6. Состояние козоводства в мире и пути увеличения молочной продукции коз (обзор) / Е. Д. Карпова, А. И. Суров, Д. Д. Евлагина [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. 2024. № 4. С. 24–29. DOI: 10.26897/2074-0840-2024-4-24-29. EDN: GHANWC

7. Харламов А. В., Фролов А. Н., Панин В. А. Продуктивность и минеральный статус коз в зимний и весенний период // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 3(81). 289–300. DOI: 10.32786/2071-9485-2025-03-32. EDN: XHFTTS

8. Басонов О. А., Решетова В. О. Инновационные методы коррекции роста и развития молодняка коз породы Мурсиана-Гранадина // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3(31). С. 18–23. EDN: ENARUR

9. Басонов О. А., Решетова В. О. Влияние физического фактора на гематологические и биохимические показатели крови козлят // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2025. № 4(229). С. 36–41. EDN: DVWOIX

References

1. Eremeeva N.A. The state of the domestic goat breeding industry at the current stage of development in Russia. *Russian Journal of Management*. 2024;12(1):177–185. (In Russ.). DOI: 10.29039/2409-6024-2024-12-1-177-185. EDN: NAOZFX

2. Dolgikh O.S., Vakhnina T.N., Moskalov A.A. Features of the development of domestic sheep and goat breeding. *Vestnik of the Kursk State Agricultural Academy*. 2012;(8):64–67. (In Russ.). EDN: RSBCWJ

3. Pushkarev M.G. Goat breeding in Udmurtia: status and development prospects. *Sbornik nauchnyh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva* [Collection of scientific papers of the Stavropol research institute of animal husbandry and feed production]. 2014;3(7):149–151. (In Russ.). EDN: TBIUVZ

4. Svyazhenina M.A. Exterior and some productivity features of Saanen goats in the Tyumen region. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2018;(53):154–159. (In Russ.). DOI: 10.24411/2078-1318-2018-14154. EDN: YUOELJ

5. Grikshas S.A., Pastukh O.N., Arakchaa Ch.A., Mongush S.D. Current state and prospects of development of goat breeding in the Republic of Tyva. *Head of animal breeding*. 2022;7(228):40–45. (In Russ.). DOI: 10.33920/sel-03-2207-05. EDN: TXSUFA

6. Karpova E.D., Surov A.I., Evlagina D.D. [et al.]. The state of goat breeding in the world and ways to increase milk production of goats (review). *Sheep, goats, wool business*. 2024;(4):24–29. (In Russ.). DOI: 10.26897/2074-0840-2024-4-24-29. EDN: GHANWC

7. Kharlamov A.V., Frolov A.N., Panin V.A. Goats productivity and mineral status in winter and spring. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2025;3(81):289–300. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2025-03-32. EDN: XHFTTS

8. Basonov O.A. Reshetova V.O. Innovative methods for correcting the growth and development of young goats of the Mursiana-Granadina breed. *Vestnik of Nizhny Novgorod state agricultural academy*. 2021;3(31):18–23. (In Russ.). EDN: ENARUR

9. Basonov O.A. Reshetova V.O. The influence of the physical factor on hematological and biochemical parameters the blood of goatings. *Veterinariya sel'skokozyajstvennyh zhivotnyh*. 2025;4(229):36–41. (In Russ.). EDN: DVWOIX

Сведения об авторах

Басонов Орест Антипович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, 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

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»

Судакова Анастасия Вячеславовна – 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: 4156-0300

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

Information about the authors

Orest A. Basonov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Private Animal Science and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, SPIN-code: 7355-6560

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

Anastasia V. Sudakova – 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-код: 4156-0300

Kondakov P. Ivanovich – Applicant of the Department of Private Animal Science and Breeding of Farm Animals, Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological 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 заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 21.01.2026;
одобрена после рецензирования 09.02.2026;
принята к публикации 16.02.2026.*

*The article was submitted 21.01.2026;
approved after reviewing 09.02.2026;
accepted for publication 16.02.2026.*

Научная статья:

УДК 636.2.03

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-27-34

Изучение взаимосвязи продолжительности сервис-периода с показателями молочной продуктивности коров

Алан Мухадинович Хуранов^{✉1}, Владимир Мицахевич Гукеев²

¹Кабардино-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

✉¹huranovalan85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2523-1246>

²kbniish2007@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5644-5146>

Аннотация. Исследование проведено на 222 коровах с завершённой второй лактацией продолжительностью более 305 дней. С целью изучения взаимозависимости молочной продуктивности коров с удлинённой лактацией и продолжительностью сервис-периода были изучены следующие показатели (количество молока, полученного за лактацию; количество молока, полученного за первые 305 дней лактации; суточный удой за первые 305 дней лактации; количество дойных дней после первых 305 дней лактации; количество молока, полученного от коров после 305 дней лактации; суточный удой коров после первых 305 дней лактации), а также продолжительность сервис-периода. По результатам исследований, средняя молочная продуктивность коров за первые 305 дней лактации составила 5821,2±63,3 кг молока, тогда как за период лактации более 305 дней в среднем составила 1091,8±80,8 кг молока; из 222 коров до 84 дня после отёла оплодотворились 60 коров (27%); продолжительность сервис-периода 85 коров (38,3%) составила 242,3±9,4 дня, что значительно (на 183,7 дня) превышает показатели группы коров, оплодотворившихся до 84 дня после отёла; по группе коров в количестве 162 голов, оплодотворившихся после четырёх половых циклов, количество недополученных телят составило 65,1 голов.

Ключевые слова: корова, телята, половые циклы, продолжительность сервис-периода, молочная продуктивность, удлинённая лактация, потери приплода

Для цитирования: Хуранов А. М., Гукеев В. М. Изучение взаимосвязи продолжительности сервис-периода с показателями молочной продуктивности коров // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 27–34. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-27-34

Original article

Study of the relationship between the duration of the service period and the indicators of milk productivity of cows

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

¹Kabardino-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-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 224 Kirov Street, Nalchik, Russia, 360004

✉¹huranovalan85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2523-1246>

²kbniish2007@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5644-5146>

Abstract. The study was conducted on 222 cows with completed second lactation lasting more than 305 days. In order to study relationship and interdependence of milk productivity of cows with extended lactation and the duration of the service period, the following indicators were studied: the amount of milk obtained per lactation, the amount of milk obtained in the first 305 days of lactation, daily milk yield in the first 305 days of lactation, the number of milking days after the first 305 days of lactation, the amount of milk obtained from cows after 305 days of lactation and daily milk yield of cows after the first 305 days of lactation, as well as the duration of the service period. According to the research results, the average milk productivity of cows for the first 305 days of lactation was 5821.2 ± 63.3 kg of milk, while for a lactation period of more than 305 days, it averaged 1091.8 ± 80.8 kg of milk; Of the 222 cows, 60 cows (27%) were impregnated before 84 days after calving; the service period of 85 cows (38.3%) was 242.3 ± 9.4 days, which significantly (by 183.7 days) exceeds the indicators of the group of cows impregnated before 84 days after calving; in the group of 162 cows impregnated after four estrous cycles, the number of lost calves was 65.1 heads.

Keywords: cow, calves, estrous cycles, duration of service period, milk productivity, extended lactation, offspring losses

For citation: Khuranov A.M., Gukezhev V.M. Study of the relationship between the duration of the service period and the indicators of milk productivity of cows. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):27–34. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-27-34

Введение. Одной из современных задач аграрного комплекса в свете положений Доктрины продовольственной безопасности страны является ускорение селекционного прогресса на создание животных желательного типа [1].

В Российской Федерации, как и во всём мире, сохраняется тенденция сокращения поголовья молочного скота, поэтому признаки, характеризующие репродуктивный потенциал животных, становятся в селекционной работе не менее важными, чем продуктивные [2].

Воспроизводство стада состоит из целого комплекса организационных, ветеринарных и зоотехнических мероприятий: отбор и подбор родительских пар для обеспечения потребностей в племенном молодняке, выращивание ремонтного молодняка для дальнейшего ввода их в племенное ядро взамен выбывающих по различным причинам коров, применение оптимальных технологических решений, обеспечивающих хорошие условия содержания коров, а также полноценное кормление коров с учётом физиологического состояния и продуктивных качеств, своевременное осеменение животных [3–6].

При значительном повышении молочной продуктивности коров снижаются воспроизводительные качества. Связано это со многими факторами, в том числе удлинением сервис-периода, увеличение продолжительности восстановительных процессов после отёла, про-

блемы с плодотворным осеменением коров и т. д. [7, 8]. Интервал между нормальными отёлами (межотельный период) является одним из важнейших факторов, определяющих экономическую эффективность молочного стада. Оптимально он должен быть равен одному календарному году [9].

Многие учёные отмечают, что хорошие воспроизводительные качества коров не менее важны, чем показатели молочной продуктивности [10, 11]. Продолжительность сервис-периода является одним из наиболее важных индикаторов воспроизводительной способности коров [12–17].

М. Х. Баймишев и С. П. Ерёмин отмечают, что «при уровне молочной продуктивности коров 8500 кг и более параметры сухостойного периода у коров-матерей (80 дней) при обеспеченности рациона кормления сухим веществом в периоды сухостоя (в первом 48,26%, во втором 41,18%) превышают репродуктивную функцию первотёлок по следующим показателям: сокращение возраста и повышение живой массы тёлочек при первом плодотворном осеменении, увеличение процента оплодотворяемости и улучшение показателей течения родов, послеродового периода, срока плодотворного осеменения» [18].

Цель исследования – изучить, в какой степени показатели молочной продуктивности коров за первые 305 дней лактации и коров с удлинённой лактацией продолжительностью

более 305 дней зависят от продолжительности сервис-периода и выхода приплода.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

– распределить коров с завершённой второй лактацией по продолжительности сервис-периода, по показателям которого следует рассчитать количество пропущенных половых циклов (ПЦ);

– провести группировку коров и изучить показатели молочной продуктивности (удой за всю лактацию, удой за первые 305 дней лактации, суточный удой за 305 дней лактации, количество дойных дней после 305 дней лактации, количество молока, полученного от коров после 305 дней лактации и суточный удой коров после 305 дней лактации) с учётом продолжительности сервис-периода.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводились по данным молочной продуктивности и воспроизводительных качеств 222 коров красной степной породы с завершённой второй лактацией более 305 дней, принадлежащих Племпредуктору СХПК «Ленинцы» Майского района Кабардино-Балкарской Республики. Проведён анализ продолжительности сервис-периода коров, а также показателей молочной продуктивности коров за первые 305 дней и за всю лактацию. Индивидуально по каждой корове произведён расчёт количества полученного молока за первые 305 дней лактации с суточным удоем, а также за период более 305 дней с суточным удоем. В работе использован статистический и сравнительный анализ, а также проведена математическая обработка полученных результатов с применением разработанной нами программы для ЭВМ «Биометрическая обработка данных по молочной продуктивности и воспроизводительным качествам крупного рогатого скота».

Результаты исследования. На современном этапе развития молочного скотоводства, когда молочная продуктивность коров достигает значительных показателей, особую актуальность приобретают вопросы, связанные с воспроизводством. При продолжительности лактации в пределах 240–305 дней и сервис-периода в пределах 84 дней вопрос с ремонтным молодняком неактуален. Другое дело, когда продолжительность сервис-периода по тем или иным причинам значительно удлиняется.

В таком случае перед специалистами возникает дилемма: стоит ли стремиться к сокращению сервис-периода с целью получения новой беременности, а в дальнейшем приплода, новой лактации и т. д., или получение дополнительного молока за счёт увеличения длительности лактации свыше 305 дней оправдывает себя? Для того чтобы определить, какой вариант экономически более оправдан, авторами была поставлена цель – изучить, в какой степени показатели удоя коров за 240–305 дней лактации и коров с лактацией продолжительностью более 305 дней зависят от продолжительности сервис-периода, а также влияние на выход телят и в дальнейшем – на возможность ремонта стада.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: изучить показатели молочной продуктивности коров по второй лактации (удой за всю лактацию; удой за 305 дней лактации; суточный удой за 305 дней лактации; количество дойных дней после 305 дней лактации; количество молока, полученного от коров после 305 дней лактации; суточный удой коров после 305 дней лактации), а также продолжительность сервис-периода, по показателям которого рассчитывалось количество пропущенных половых циклов (ПЦ) и потерь приплода.

Результаты исследования зависимости показателей молока, полученного за первые 305 дней, а также завершённой лактации от продолжительности сервис-периода отображены в таблице 1.

По данным таблицы 1 видно, что при изучении показателей по всей выборке в среднем за всю лактацию получено молока на $1091,8 \pm 80,8$ кг больше, чем за первые 305 дней лактации, причём среднесуточный удой по 222 коровам за первые 305 дней лактации составил $19,1 \pm 0,2$ кг. Вместе с тем в среднем по выборке количество дней лактации после первых 305 дней составило $95,1 \pm 6,0$ дня со средним удоем в эти дни $10,7 \pm 0,3$.

Также по результатам исследования можно отметить, что из всей выборки только 60 коров (27%) оплодотворились до 84 дней после отёла (4 половых цикла), а средний показатель продолжительности сервис-периода в этой группе составил $58,6 \pm 2,0$ дня. Остальные группы коров имели более длительный сервис-период. Так, 34 коровы

(15,3%) оплодотворились во время пятой половой охоты (СП составил в среднем 94,5±1,0 дня); 23 коровы (10,4%) осеменены во время шестой половой охоты (СП

составил в среднем 116,7±1,4 дня); 20 коров (9,0%) оплодотворились во время седьмой половой охоты (СП составил 136,7±1,3 дня).

Таблица 1. Зависимость показателей молочной продуктивности коров по второй лактации за 305 дней лактации и более от продолжительности сервис-периода
Table 1. The relationship between the duration of the service period and the milk productivity indicators of cows in the second lactation for 305 days of lactation and more

Кол-во пропущенных ПЦ	Кол-во коров, n	Показатели	Удой за всю лакт., кг	Удой за 305 дней лакт., кг	Сут. удой за 305 дн. лакт., кг	Кол-во дойных дней после 305 дней лакт., дней	Сут. удой > 305 дн. лакт., кг	Общее кол-во молока после 305 дн., кг	Прод-ть сервис-периода
В среднем по всей выборке	222	$X_{cp} \pm m_x$	6913±118,7	5821,2±63,3	19,1±0,2	95,1±6,0	10,7±0,3	1091,8±80,8	147,5±6,4
		C_v	25,6	16,2	16,2	93,4	40,7	110,3	64,7
		σ	1768,4	943,2	3,1	88,8	4,3	1204,6	95,4
		X_{max}	16281	9652	31,7	472	28,4	6629	719
		X_{min}	3004	2979	9,8	2	2	14	26
1-4	60	$X_{cp} \pm m_x$	6522,4±186,9	5628,1±95,4	18,5±0,3	83,0±11,0	10,4±0,6	894,4±137,8	58,6±2,0
		C_v	22,2	13,1	13,1	103,1	45,4	119,4	26,3
		σ	1448,0	739,3	2,4	85,6	4,7	1067,5	15,4
		X_{max}	11073	7488	24,5	370	26,8	5301	84
		X_{min}	4031	3800	12,5	4	2	28	26
5	34	$X_{cp} \pm m_x$	6750,1±202,0	5669,6±111,1	18,6±0,4	101,2±13,9	10,5±0,7	1080±175,1	94,5±1,0
		C_v	17,4	11,4	11,4	79,8	41,4	94,5	6,3
		σ	1177,6	648,1	2,1	80,8	4,3	1020,9	6,0
		X_{max}	10229	7064	23,2	323	23,1	4261	105
		X_{min}	4279	4023	13,2	2	2,3	14	85
6	23	$X_{cp} \pm m_x$	7123,1±363,4	5781,0±145,7	19,0±0,5	110,9±20,7	10,7±0,8	1342,1±289,2	116,7±1,4
		C_v	24,5	12,1	12,1	89,5	33,8	103,3	5,7
		σ	1743,0	698,6	2,3	99,3	3,6	1386,8	6,7
		X_{max}	11326	7741	25,4	320	17,3	4718	126
		X_{min}	4844	4676	15,3	4	5,4	34	106
7	20	$X_{cp} \pm m_x$	6609,6±325,2	5551,9±234,0	18,2±0,8	94,1±14,0	10,8±0,7	1057,7±192,2	136,7±1,3
		C_v	22,0	18,9	18,9	66,5	30,5	81,3	4,4
		σ	1454,2	1046,6	3,4	62,5	3,3	859,4	6,0
		X_{max}	10685	7245	23,7	243	17,8	3440	147
		X_{min}	4386	3473	11,4	2	5,0	25	128
8 и более	85	$X_{cp} \pm m_x$	7268,4±234,0	6092,3±123,1	20,0±0,4	97,2±10,5	10,9±0,5	1176,0±148,9	242,3±9,4
		C_v	29,7	18,6	18,6	99,6	41,4	116,7	35,9
		σ	2157,4	1135,0	3,7	96,8	4,5	1372,8	86,9
		X_{max}	16281	9652	31,7	472	28,4	6629	719
		X_{min}	3004	2979	9,8	2	2,4	14	148

Коровы, пропустившие более семи половых охот, были объединены в одну общую группу, куда было включено 85 коров (38,3% от всей выборки). В данной группе средний сервис-период составил $242,3 \pm 9,4$ дня, что превышает показатели коров, оплодотворившихся до 84 дня после отёла в среднем на голову ($183,7$ дня).

При сравнительном анализе двух групп животных (60 и 85 коров) после первых 305 дней лактации коровы, оплодотворившиеся до 84 дня после отёла, дали в среднем $894,4 \pm 137,8$ кг молока, а коровы второй группы – в среднем на $281,6$ кг молока больше. Вместе с тем важно учесть, что от каждой коровы второй группы в связи с несвоевременным оплодотворением недополучено $0,65$ телёнка за календарный год и потеряны дни новой лактации.

Таким образом, по сравнению с группой коров, оплодотворившихся до 84 дня после отёла, недополучено телят в среднем на голову: по группе коров со средней продолжительностью сервис-периода $94,5 \pm 1,0$ дня недополучено $0,13$ телёнка; при СП = $116,7 \pm 1,4$ дня $0,21$ телёнка; при СП = $136,7 \pm 1,3$ дня $0,28$ телёнка; при СП = $242,3 \pm 9,4$ дня $0,65$ телёнка.

По всей выборке, за исключением коров, оплодотворившихся до 84 дня после отёла, при средней продолжительности беременности (280 дней) количество недополученного приплода в связи с несвоевременным оплодотворением по 162 коровам составило $65,1$ телят.

Таким образом, средний удой за 305 дней лактации коров, оплодотворившихся до 84 дня после отёла, составил $5628,1 \pm 95,4$ кг, а за период лактации, превышающий 305 дней, что в среднем по группе составляет $83,0 \pm 11,0$ дня, получено в среднем $894,4 \pm 137,8$ кг молока на голову. Примечательно, что при значительном удлинении сервис-периода (на $183,7$ дня) по группе коров, оплодотворившихся после семи половых циклов, средние показатели надоев молока после 305 дней лактации выше всего ($281,6$ кг молока на голову). При пересчёте на всю группу из 85 коров количество дополнительно полученного молока после 305 дней лактации составляет 23936 кг, а потери приплода $55,2$ головы.

Вместе с тем, если по всей выборке среднесуточный удой за 305 дней лактации составил $19,1 \pm 0,2$ кг молока, то за период лактации >305 дней среднесуточный удой равен $10,7 \pm 0,3$ кг молока.

Важно учитывать, что из всей выборки (222 коровы) у 214 коров (96,4%) суточный удой за первые 305 дней лактации был выше, чем суточный удой за дни лактации более 305 дней, за исключением восьми коров (3,6%), у которых данный показатель оказался противоположным.

По результатам исследований можно сделать следующие **выводы**:

– средняя молочная продуктивность за первые 305 дней лактации составила $5821,2 \pm 63,3$ кг молока, а за всю лактацию $6913,0 \pm 18,7$ кг; разница составила $1091,8 \pm 80,8$ кг молока;

– из 222 коров до 84 дня после отёла оплодотворились всего 60 коров (27%);

– продолжительность сервис-периода 85 коров (38,3%) составила $242,3 \pm 9,4$ дня, что в 4,1 раза превышает показатели группы коров, оплодотворившихся до 84 дня после отёла;

– по данной группе коров за всю лактацию получено дополнительно 23936 кг молока, а потери приплода составили $55,2$ головы. При таком уровне воспроизводства выход тёлочек при 100%-ной сохранности и без отбора может обеспечить ремонт данной группы на уровне около 5 процентов.

Стоит ли стремиться к сокращению продолжительности сервис-периода в процессе организации воспроизводства с целью повышения выхода телят, чтобы в дальнейшем избежать проблем с ремонтным молодняком, а также получения новой лактации? Нет, если продолжительность хозяйственного использования коров составляет в среднем 5–6 лактаций и более. В таком случае получение дополнительного молока оправдано, так как повышается рентабельность отрасли. Но в тех случаях, когда средняя продолжительность хозяйственного использования коров не превышает 2–3 лактаций, недополучение телят в пользу увеличения количества получаемого молока может привести к необходимости покупки ремонтного молодняка.

Список литературы

1. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинской породы при разной сочетаемости линий / О. И. Соловьёва, Е. И. Крестьянинова, О. В. Беляев, Д. Ф. Бочаев // Главный зоотехник. 2021. № 4(213). С. 24–33. DOI: 10.33920/sel-03-2104-03. EDN: FIKBRQ
2. Сейдахметов Б. С., Мороз Т. А., Дунин М. И. Сервис-период и продуктивность коров молочных пород Российской Федерации // Зоотехния. 2021. № 2. С. 28–30. DOI: 10.25708/ZT.2021.47.91.008. EDN: GYBVTJ
3. Влияние сервис-, сухостойного и межотельного периодов на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы / О. К. Гогаев, Т. А. Кадиева, А. Р. Демурова, А. Н. Абдурахимова // Научная жизнь. 2016. № 2. С. 178–185. EDN: VXMJXB;
4. Ларина О. В. Воспроизводство коров и тёлочек в Воронежской области // Ветеринария Северного Кавказа. 2025. № 10. С. 178–186. DOI: 10.24412/cl-37120-2025-10-178-186. EDN: KESTJC
5. Хон Ф. К., Есмагамбетов К. К. Стабильное воспроизводство коров и тёлочек – основной фактор эффективности молочного скотоводства // Главный зоотехник. 2014. № 12. С. 3–8. EDN: SYKTNP
6. Петрова М. Ю., Косарева Н. А. Молочная продуктивность племенных животных красной степной породы Омской области // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: материалы Международной научно-практической конференции. Витебск, 2025. С. 347–350.
7. Мухтаров А., Бакай Ф. Р., Кривикова А. К. Динамика некоторых показателей воспроизводительных качеств у коров с разными индексами постоянства лактации // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 12(126). № 105. DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.78. EDN: QCOAUM
8. Хуранов А. М., Гукежев В. М. Показатели молочной продуктивности и воспроизводительных качеств коров чёрно-пёстрой голштинской породы селекции Нидерландов // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: материалы Международной научно-практической конференции. Витебск, 2025. С. 425–432.
9. Засемчук И. В. Калужский К. Р. Воспроизводительная способность коров разных генотипов // Научная жизнь. 2024. Том 19. № 6(138). С. 1123–1128. DOI: 10.35679/1991-9476-2024-19-6-1123-1128. EDN: KZIGGE
10. Influence of the age of cows on indicators of reproductivity and milk productivity / N.V. Papusha, N.N. Vermagambetova, V. Kubekova, M. Smailova // 3I: Intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация. 2022. № 3. Рр. 142–148. DOI: 10.52269/22266070_2022_3_142. EDN: DALDZP
11. Мазилкин И. А., Шувалов А. Д., Панина О. Л. Влияние паратипических факторов на воспроизводительные способности и молочную продуктивность коров-первотёлок // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 2(35). С. 62–67. DOI: 10.35523/2307-5872-2021-35-2-62-67. EDN: GFIWFE
12. Мехтиева К. С., Кривикова А. Н., Козлов Ю. Н. Оценка репродуктивных показателей у коров чёрно-пёстрой породы // Мирная наука. 2021. № 6(51). С. 246–250. DOI: 10.46566/2541-9285_2021_51_246. EDN: BAEOKP
13. Баймишев М. Х., Ускова И. В., Китаева С. А. Коррекция репродуктивных показателей коров голштинской породы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 4. С. 65–70. EDN: YUQIGI
14. Рязанцев М., Дуборезов В. Влияние уровня кормления на продуктивность и сервис-период молочных коров // Комбикорма. 2021. № 6. С. 70–72. DOI: 10.25741/2413-287X-2021-06-3-141. EDN: JMPZOG
15. Самбуров Н. В. Воспроизводительные и продуктивные качества дочерей разных быков-производителей // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 5. С. 161–166. EDN: JXNABW
16. Литвиненко Н. В., Туаева Е. В., Согорин С. А. Влияние продолжительности сервис-периода на молочную продуктивность коров красно-пёстрой породы в условиях Приамурья // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2020. № 4(61). С. 163–168. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.025. EDN: OJPNQP
17. Басонов О. А., Демидовцева Л. В. Показатели производственного использования коров чёрно-пёстрой породы в зависимости от продолжительности сервис- и сухостойного периодов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3(31). С. 5–8. EDN: NJNESD;
18. Баймишев М. Х., Ерёмин С. П. Репродуктивные показатели тёлочек в зависимости от продолжительности сухостойного периода их матерей // Ветеринарная патология. 2018. № 1(63). С. 53–58. DOI: 10.25690/VETPAT.2018.63.20488. EDN: YUUIOL

References

1. Solovieva O.I., Krestyaninova E.I., Belyaev O.V., Bochaev D.F. Milk productivity and reproductive traits of cows of Holstein breed when different genealogical lines combinations. *Head of Animal Breeding*. 2021;4(213):24–33. (In Russ.). DOI: 10.33920/sei-03-2104-03. EDN: FIKBRQ
2. Seidakhmetov B.S., Moroz T.A., Dunin M.I. Service period and productivity of dairy cows in the Russian Federation. *Zootechniya*. 2021;(2):28–30. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2021.47.91.008. EDN: GYBBTJ
3. Gogaev O.K., Kadieva T.A., Demurova A.R., Abdurakhimova A.N. Impact of service, dry and intercalving periods on the dairy productivity of Black-Motley breed cows. *Scientific Life*. 2016;(2):178–185. (In Russ.). EDN: VXMJXB
4. Larina O.V. Reproduction of cows and heifers in the Voronezh region. *Veterinariya Severnogo Kavkaza*. 2025;(10):178–186. (In Russ.). DOI: 10.24412/cl-37120-2025-10-178-186. EDN: KESTJC
5. Khon F.K., Esmagambetov K.K. Stable reproduction of cows and heifers is the main factor in the efficiency of dairy cattle. *Head of Animal Breeding*. 2014;(12):3–8. (In Russ.). EDN: SYKTNP
6. Petrova M.Yu., Kosareva N.A. Milk productivity of breeding animals of the red steppe breed of the Omsk region. *Aktual'nye problemy lecheniya i profilaktiki boleznej molodnyaka: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Actual problems of treatment and prevention of diseases of young animals: materials of the International scientific and practical conference]. Vitebsk. 2025. Pp. 347–350. (In Russ.)
7. Mukhtarov A., Bakai F.R., Krovikova A.K. The dynamics of some reproductive performance parameters in cows with different lactation persistency indices. *International Research Journal*. 2022;12(126):105. (In Russ.). DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.78. EDN: QCOAUM
8. Khuranov A.M., Gukezhev V.M. Indicators of milk productivity and reproductive qualities of Black-and-White Holstein cows selected in the Netherlands. *Aktual'nye problemy lecheniya i profilaktiki boleznej molodnyaka: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Actual problems of treatment and prevention of diseases of young animals: materials of the International scientific and practical conference]. Vitebsk, 2025. Pp. 425–432. (In Russ.)
9. Zasemchuk I.V., Kaluzhsky K.R. Reproductive ability of cows of different genotypes. *Scientific Life*. 2024;19(6):1123–1128. (In Russ.). DOI: 10.35679/1991-9476-2024-19-6-1123-1128. EDN: KZIGGE
10. Papusha N.V., Bermagambetova N.N., Kubekova B., Smailova M. Influence of the age of cows on indicators of reproductivity and milk productivity. *3I: Intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация*. 2022;(3):142–148. DOI: 10.52269/22266070_2022_3_142. EDN: DALDZP
11. Mazilkin I.A., Shuvalov A.D., Panina O.L. Influence of paratypical factors on reproductive abilities and dairy productivity of cows. *Agrarian journal of Upper Volga region*. 2021;2(35):62–67. (In Russ.). DOI: 10.35523/2307-5872-2021-35-2-62-67. EDN: GFIWFE
12. Mekhtieva K.S., Krovikova A.N., Kozlov Yu.N. Evaluation of reproductive parameters in Black-and-White cows. *World Science*. 2021;6(51):246–250. (In Russ.). DOI: 10.46566/2541-9285_2021_51_246. EDN: BAEOKP
13. Baimishev M.Kh., Uskova I.V., Kitaeva S.A. Correction of reproductive parameters of Holstein cows. *Bulletin Samara state agricultural academy*. 2017;(4):65–70. (In Russ.). EDN: YUQIGI
14. Ryazantsev M., Duborezov V. The effect of the feeding level on productivity and service period of dairy cows. *Compound feeds*. 2021;(6):70–72. (In Russ.). DOI: 10.25741/2413-287X-2021-06-3-141. EDN: JMPZOG
15. Samburov N.V. Reproductive and productive qualities of daughters of different stud bulls. *Vestnik of Kursk state agricultural academy*. 2025;(5):161–166. (In Russ.). EDN: JXNABW
16. Litvinenko N.V., Tuaeva E.V., Sogorin S.A. The effect of service period length on milk yield of Red-Motley breed cows in the Amur region. *Vestnik of Buryat state academy of agriculture named after V. Philippov*. 2020;4(61):163–168. (In Russ.). DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.025. EDN: OJPNQP
17. Basonov O.A., Demidovtseva L.V. Indicators of production use of Black spotted breed cows depending on service duration and dry periods. *Vestnik of Nizhny Novgorod state agricultural academy*. 2021;3(31):5–8. (In Russ.). EDN: NJNESD
18. Baimishev M.Kh., Eremin S.P. Reproductive indicators of heifers depending on the duration of the dry period of their mothers. *Veterinary pathology*. 2018;1(63):53–58. (In Russ.). DOI: 10.25690/VETPAT.2018.63.20488. EDN: YUUIOL

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

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-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, SPIN-code: 7108-7377

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 27.11.2025;
одобрена после рецензирования 12.01.2026;
принята к публикации 19.01.2026.*

*The article was submitted 27.11.2025;
approved after reviewing 12.01.2026;
accepted for publication 19.01.2026.*

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных
Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals

Научная статья

УДК 636.32/.38.03

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-35-42

**Уровень и характер шерстной продуктивности тонкорунного молодняка
различного происхождения****Василий Васильевич Абонеев^{✉1}, Юрий Анатольевич Колосов²,
Анна Яковлевна Куликова³, Екатерина Васильевна Абонеева⁴**^{1,3}Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, улица Первомайская, 4, поселок Знаменский, Краснодар, Россия, 350055²Донской государственный аграрный университет, улица Кривошлыкова, 24, поселок Персиановский, Ростовская область, Россия, 346493⁴Северо-Кавказский федеральный университет, улица Пушкина, 1, Ставрополь, Россия, 355017^{✉1}aboneev49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1946-1822>²kolosov-dgau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6826-8009>³kulikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0544-4914>⁴eaboneeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0279-8733>

Аннотация. В представленной статье авторы изучают количественные и качественные показатели шерстной продуктивности ярок, полученных от производителей породы маньчский меринос линий 815 и 214 и овцематок кавказской породы. Проведённые научно-хозяйственные опыты свидетельствуют, что при скрещивании маток кавказской породы с баранами линий 815 и 214 повышается настриг шерсти в физической массе и мытом волокне, а также улучшаются физико-технические свойства шерсти по сравнению с молодняком товарного стада при чистопородном разведении. При этом более высокие показатели уровня и характера шерстной продуктивности получены от потомства производителей линии 815. В этой связи для повышения и улучшения шерстной продуктивности тонкорунных овец товарных стад рекомендуется использовать маньчских мериносов линии 815. В ходе исследования потомство производителей линии 815 по живой массе превосходило потомков производителей линии 214 и чистопородных производителей кавказской породы на 2,2 и 3,6 кг, или 6,4 и 10,8% ($P > 0,95$) соответственно. В целом использование баранов маньчского заводского типа породы маньчский меринос линий 815 и 214 в товарных стадах тонкорунных овец обеспечивает получение потомства с лучшими показателями количественных и качественных признаков шерстной продуктивности, живой массы, экономической эффективности их выращивания.

Ключевые слова: овцы, порода, кавказская, маньчский меринос, маньчский тип, линии 815, 214, скрещивание, живая масса, шерстная продуктивность, экономическая эффективность

Для цитирования: Абонеев В. В., Колосов Ю. А., Куликова А. Я., Абонеева Е. В. Уровень и характер шерстной продуктивности тонкорунного молодняка различного происхождения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 35–42. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-35-42

Original article

The level and nature of wool productivity of young fine-wool animals of different origins

Vasily V. Aboneev^{✉1}, Yuri A. Kolosov², Anna Ya. Kulikova³, Ekaterina V. Aboneeva⁴

^{1,3}Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, 4 Pervomayskaya Street, Znamensky Village, Krasnodar, Russia, 350055

²Don State Agrarian University, 24 Krivoshlykova Street, Persianovsky Village, Rostov Region, Russia, 346493

⁴North Caucasus Federal University, 1 Pushkin Street, Stavropol, Russia, 355017

^{✉1}aboneev49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1946-1822>

²kolosov-dgau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6826-8009>

³kulikova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0544-4914>

⁴eaboneeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0279-8733>

Abstract. In this article, the authors study the quantitative and qualitative indicators of wool productivity in ewe lambs bred from Manych Merino sires of the 815 and 214 lines and ewes of Caucasian breed. Scientific and farm experiments have shown that crossing Caucasian ewes with rams of the 815 and 214 lines increases the wool yield in terms of physical weight and washed fiber, and also improves the physical and technical properties of the wool compared to young animals of the commercial herd during purebred breeding. Moreover, higher indicators of the level and nature of wool productivity were obtained from the offspring of sires of the 815 line. Therefore, to increase and improve the wool productivity of fine-wool sheep in commercial herds, it is recommended to use Manych Merinos, and among them, sires of the 815 line. In terms of live weight, the offspring of sires of the 815 line exceeded the offspring of sires of the 214 line and purebred Caucasian breed sires by 2.2 and 3.6 kg, or 6.4 and 10.8% ($P>0.95$). Overall, the use of Manych Merino rams of the 815 and 214 lines in commercial fine-wool sheep flocks ensures the production of offspring with superior quantitative and qualitative traits, including wool productivity, live weight, and economic efficiency.

Keywords: sheep, breed, Caucasian, Manych Merino, Manych type, 815 and 214 lines, crossbreeding, live weight, wool productivity, economic efficiency

For citation: Aboneev V.V., Kolosov Yu A., Kulikova A.Ya., Aboneeva E.V. The level and nature of wool productivity of young fine-wool animals of different origins. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):35–42. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-35-42

Введение. Комплексная экономическая эффективность развития овцеводства современного периода и применение того или иного селекционно-технологического приёма повышения продуктивности овец в наибольшей степени зависят от реализации мясной продуктивности животных. Однако при исследовании повышения количественных и качественных показателей мясной продуктивности учёные и практики-овцеводы не должны оставлять без внимания достигнутый уровень и характер шерстной продуктивности овец, а наоборот, наряду с ростом производства высококачественный баранины следует повышать ценность шерстяного сырья [1]. Колхоз-

племзавод им. Ленина Апанасенковского района является хозяйством-оригинатором тонкорунных овец породы маньчский меринос, где селекционируются животные маньчского заводского типа и его основные линии (815, 214 и 222), а также кроссы между ними.

В этой связи ставится задача не только сохранения и улучшения ценных хозяйственно-полезных признаков, присущих этим линиям [2, 3], но и дальнейшего рационального их использования [4–8]. В ходе исследований проведена оценка животных линий 815, 214 и 222, отмечена целесообразность их использования [9, 10]. Учитывая особенность комбинированных способностей отмеченных выше

линий и их длительное разведение, овцеводы-практики проявляют профессиональный интерес к возможным результатам использования баранов-производителей линий 815 и 214 и их потомков в различных категориях хозяйств, в том числе и в товарных стадах сельскохозяйственных предприятий.

Цель исследования – провести оценку потомства с учётом количественных и качественных показателей шерстной продуктивности при использовании баранов-производителей линий 815 и 214 маньчского заводского типа породы маньчский меринос на товарном стаде маток кавказской породы. При этом решались следующие **задачи**:

– индивидуально пробонитировать и учесть результаты стрижки, отобрать образцы шерсти у каждой группы ярок различного происхождения;

– провести расчёт показателей экономической эффективности выращивания опытных животных на основании живой массы и шерстной продуктивности сравниваемых групп опытных животных.

Новизна исследования. Впервые проведена оценка потомства, полученного от баранов-производителей линий 815 и 214 маньчского заводского типа породы маньчский меринос и овцематок кавказской породы товарного стада с учётом живой массы, количественных и качественных показателей шерстной продуктивности.

Материал и методика изучения отдельных признаков. В колхозе-племзаводе им. Ленина Апанасенковского района Ставропольского края на основании индивидуального учёта результатов бонитировки и стрижки ярок, полученных от баранов-производителей линий 815 (1-я группа), 214 (2-я группа), и от производителей кавказской породы (3-я группа) проведён анализ и биометрическая обработка полученных результатов по существующим в зоотехнической науке методикам. Проведено изучение плодовитости маток, сохранности, роста и развития полученного потомства по общепринятым методикам. Условия кормления и содержания опытных животных отвечали требованиям зоотехнических норм. Питательность рационов рассчитывалась по нормам и рационам кормления сельскохозяйственных животных [11]. Настриг невымытой шерсти учитывался у каждой

опытной ярки с точностью до 0,1 кг. Выход чистой шерсти устанавливался промывкой 20-граммовых проб, отобранных в период бонитировки у каждого десятого животного. Настриг мытой шерсти определяли индивидуально на основании невымытой шерсти и процента её выхода.

Естественную длину шерсти измеряли линейкой на боку, спине, ляжке и брюхе у всех оцениваемых ярок с точностью до 0,5 см. Тонина шерсти и её уравниваемость оценивались глазомерно у всех животных на боку и ляжке во время бонитировки. Эспертно-зоотехническое описание рун проводилось в соответствии с «Методикой по комплексной оценке рун племенных овец разных направлений продуктивности (тонкорунных и полутонкорунных пород)» (Ставрополь, 1991). Данные экспериментальных исследований обрабатывались методом вариационной статистики (Плохинский Н. А., 1969) [12] с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследования. Контроль условий кормления и содержания молодняка опытных групп и анализ заданного корма показали, что все животные в учитываемый период онтогенеза находились в одной отаре и получали корма, отвечающие по питательности требуемым нормам и рационам кормления. В частности, после отбивки молодняка от маток все ярок были сформированы в одну отару и до 18-месячного возраста содержались на пастбище, а в зимнее время получали подкормку из смеси злаково-разнотравного и люцернового сена в количестве 3,0 кг, а также дерти из ячменя, пшеницы и кукурузы от 250 до 300 граммов.

Комплексная оценка ярок различного происхождения по типу складчатости кожи между потомством 1-й и 2-й групп каких-либо существенных различий не выявила. В основном помеси от баранов линий 815 и 214 характеризовались умеренной складчатостью в виде небольшой бурды и одной или двумя складками на шее. У чистопородных сверстниц была более выраженная складчатость кожи на шее, в том числе и в виде бурды. По туловищу видимых различий по складчатости кожи во время бонитировки не установлено.

Важным показателем, влияющим на шерстную продуктивность овец, является длина шерсти. Этот хозяйственно полезный признак

при разведении любой породы овец не только положительно коррелирует с настригом шерсти в физической массе и мытом волокне, но и в определённой степени характеризует породную принадлежность животных. Исследованиями ряда учёных [13, 14] установлено, что с увеличением длины шерсти на 1 см при прочих равных условиях настриг возрастает от пяти и более процентов. Шерсть тонко-

рунных пород овец отличается меньшей, чем у полутонкорунных животных, длиной.

Анализ показателей длины шерсти экспериментальных животных выявил, что на разных топографических участках у потомства различного происхождения более длинная шерсть получена от маньчских мериносов линий 815 и 214 (табл. 1).

Таблица 1. Длина шерсти у подопытного молодняка, см
Table 1. Coat length of experimental young animals, cm

Показатель	Группа		
	1-я	2-я	3-я
n	30	34	29
Топографический участок:			
бок	10,1±0,07	9,8±0,07	9,1±0,09
спина	9,5±0,13	9,2±0,54	8,4±0,36
ляжка	9,9±0,51	9,5±0,45	8,7±0,39
брюхо	8,3±0,24	8,1±0,30	7,5±0,35

Измерение шерсти на боку показало, что ярочки 1-й и 2-й групп по длине шерсти превосходили чистопородных сверстниц соответственно на 1,0 и 0,7 см, что составляет 11,0 и 7,7% ($P>0,95$). Аналогичная закономерность наблюдалась и на других участках тела животного. В частности, длина шерсти на спине молодняка, полученного от отцов маньчского типа породы маньчский меринос линий 815 и 214, превосходила длину шерсти животных 3-й группы соответственно на 1,1 и 0,8 см, что составляет 13,1 и 9,5%. Превосходство помесей 1-й и 2-й групп над чистопородным молодняком по длине шерсти на ляжке и брюхе составляло соответственно 1,2; 0,8 и 0,8; 0,6 см, или 13,8; 9,2 и 10,7 и 8,0% при математически достоверной разнице по всем группам сравнения ($P>0,95$).

Индивидуальное взвешивание ярочек различного происхождения в период комплексной оценки опытного поголовья показало, что наибольшую живую массу среди сравниваемых групп животных имели помеси, полученные от производителей линии 815. Они превосходили сверстниц 2-й и 3-й групп на 2,2 и 3,6 кг, или на 6,4 и 10,8% ($P>0,95$). Преимущество потомства от баранов линии 214 над животными 3-й группы было менее значительным. Этот показатель равнялся 1,4 кг, или 4,2% при математически недостоверной разнице (табл. 2).

Индивидуальное взвешивание ярочек различного происхождения в период комплексной оценки опытного поголовья показало, что наибольшую живую массу среди сравниваемых групп животных имели помеси, полученные от производителей линии 815. Они превосходили сверстниц 2-й и 3-й групп на 2,2 и 3,6 кг, или на 6,4 и 10,8% ($P>0,95$). Преимущество потомства от баранов линии 214 над животными 3-й группы было менее значительным. Этот показатель равнялся 1,4 кг, или 4,2% при математически недостоверной разнице (табл. 2).

Таблица 2. Живая масса, настриг и тонина шерсти подопытных ярочек
Table 2. Live weight, shear yield and wool fineness of experimental ewes

Группа	n	Живая масса, кг	Настриг, кг и % выхода мытой шерсти			Тонина шерсти, мкм	
			немытой	% выхода	мытой	бок	ляжка
1-я	30	36,8±0,43	4,90±0,10	57,7	2,85±0,10	22,1±0,11	23,2±0,11
2-я	34	34,6±0,35	4,82±0,11	56,4	2,74±0,12	21,8±0,11	22,1±0,09
3-я	29	33,2±0,40	4,61±0,12	52,3	2,43±0,11	22,0±0,13	23,5±0,10

Настриг шерсти является важным показателем для овец тонкорунного и полутонкорунного направления продуктивности. В проводимых авторами экспериментальных исследованиях изучено влияние породы и её линий на показатели продуктивности овец кавказской породы товарного стада (табл. 2).

Так, по количеству невымытой шерсти ярочки, полученные от баранов-производителей линий 815 и 214, превосходили животных 3-й группы на 0,29 и 0,21 кг, или на 6,3 и 4,6% при математически недостоверной разнице между животными 2-й и 3-й групп. Наибольший выход мытой шерсти также установлен у потомства 1-й и 2-й групп. По настригу чистой шерсти наблюдается аналогичная закономерность. Преимущество ярок от маньчжских мериносов линий 815 и 214 над чистопородными сверстницами по настригу составило 0,42 и 0,31 кг, или 17,3 и 12,8% при ($P>0,95$) и ($P>0,99$) соответственно.

Одним из важнейших физико-технических свойств шерсти, определяющих не только её прядильные свойства, но и реализационную стоимость, является диаметр поперечного сечения волокна.

Тонина шерстных волокон зависит от многих как генотипических, так и фенотипических факторов, а также произрастания на разных топографических участках тела животного. По результатам исследований многих ученых [15, 16], тонина шерстяного волокна занимает главное место среди других физико-технических свойств шерсти для использова-

ния в различных отраслях народно-хозяйственного комплекса нашей страны. При работе со стадом отбор однородных животных по тонине служит важным элементом качества племенной работы в стаде [5, 17].

В проведённых авторами исследованиях существенной разницы по этому важному признаку не установлено. В частности, у животных, полученных от баранов линии 815, тонина шерсти на боку и ляжке составила соответственно 22,1 и 23,2 мкм, а у помесных сверстниц она была тоньше на 0,3 и 0,9 мкм, или на 1,4 и 5,0%. Ярочки, полученные от баранов 214 линии, по сравнению с животными 3-й группы, на сравниваемых участках тела имели более тонкую шерсть. Эта разница в пользу потомства 2-й группы составила 0,9 и 6,3%.

Важным фактором, определяющим выход чистого волокна и качества шерсти сравниваемых групп животных, является степень вымытости и загрязнения штапеля.

По результатам анализа зон вымытости штапеля на боку (табл. 3) наблюдается следующая закономерность. У ярочек 1-й группы зона вымытости штапеля была меньше, чем у чистопородных сверстниц, на 13,1%, а между животными 2-й и 3-й групп – на 22,1 абс.%. При сравнении помесного потомства между собой лучшие показатели имели ярочки 2-й группы. Эти различия составили 8,0%. По степени вымытости шерсти на спине наблюдается аналогичная закономерность между сравниваемыми генотипами молодняка.

Таблица 3. Степень загрязнения и величина вымытой зоны штапеля подопытного молодняка (% к длине штапеля)

Table 3. Degree of contamination and size of washed-out area of staple of experimental young animals (% to staple length)

Показатель	Группа (n по 10)		
	1-я	2-я	3-я
Зона вымытости штапеля, %			
бок	6,49±0,31	6,01±0,34	7,34±0,32
спина	9,22±0,95	8,12±0,85	10,70±0,81
Зона загрязнения, %			
бок	22,79±1,13	20,70±1,42	25,84±1,20
спина	28,52 ±3,29	27,40±3,34	32,66±3,33

Анализ загрязнённости штапеля показал, что наибольшее проникновение загрязнений в шерсть как на боку, так и спине наблюдалось

у чистопородных ярочек. Так, у помесей 2-й группы, по сравнению с чистопородными ярочками, на этих участках тела животного

загрязнённость была меньше соответственно на 24,8 и 19,2 абс.% при ($P>0,99$) и ($P>0,95$), а между животными 3-й и 1-й групп – соответственно на 13,4 и 14,5 абс.% ($P>0,95$).

Немаловажную роль для промышленного использования шерсти играет её извитость, а также цвет жиропота. По мнению Н. А. Васильева (1983), все перечисленные качества могут оказывать влияние на выход чистого волокна и степень пожелтения шерсти при её хранении.

Изучение степени извитости шерстных волокон и цвета жиропота показало, что использование баранов манычский меринос манычского заводского типа линий 815 и 214 обеспечивает получение потомства с наиболее равномерной извитостью. При этом у животных 2-й группы наблюдается наибольший процент животных с более равномерной и мелкой формой извитости шерстного волокна, а у сверстниц 1-й группы – с равномерной, но крупной формой извитков. У чистопородных ярок отмечается наибольшее число жи-

вотных со смывой или слабовыраженной извитостью шерстного волокна. Что касается цвета жиропота, то среди ярок 1-й и 2-й групп животных с белым и светло-кремовым было больше, чем среди сверстниц 3-й группы, соответственно на 19,2 и 14,5 абс.%.

Выводы. Расчёт некоторых показателей экономической эффективности выращивания ярок различных генотипов с учётом их живой массы и настрига шерсти, а также всех видов затрат на их содержание показал, что ярочки от производителей линий 815 и 214 дали на 12,3 и 10,4% прибыли больше, чем чистопородный молодняк.

Таким образом, использование баранов-производителей манычского заводского типа породы манычский меринос 815 и 214 линий в товарных стадах тонкорунных овец обеспечивает получение потомства с лучшими показателями количественных и качественных признаков шерстной продуктивности, живой массы, экономической эффективности их выращивания.

Список литературы

1. Ерохин А. И., Карасёв Е. А., Ерохин С. А. Численность овец и динамика производства шерсти в мире // Овцы. Козы. Шерстяное дело. 2004. № 1. – С. 57–60. EDN: OKEFOR
2. Абонеев В. В., Колосов Ю.А. О проблемах сохранения племенных ресурсов овцеводства России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 43–45. EDN: СЕНМЕУ
3. Хозяйственно-полезные признаки овец породы манычский меринос манычского заводского типа разных линий / В. В. Абонеев [и др.] // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 3(45). С. 46–55. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-46-54. EDN: EYLUUJ
4. Плодовитость тонкорунных маток, резистентность, рост и развитие потомства различного происхождения // В. В. Абонеев [и др.] // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2025. № 1(55). С. 50–56. EDN: VBVQBW
5. Богданов Е. А. Как можно ускорить совершенствование и создание племенных стад и пород (Разведение по линиям). Москва: Сельхозгиз, 1938. С. 8–31.
6. Кисловский Д. А. Разведение по линиям / Избранные сочинения. Москва: Колос, 1965. С. 490–500.
7. Использование потенциала интенсивных пород овец для увеличения производства продукции овцеводства: монография / Ю. А. Колосов [и др.]. Пос. Персиановский: Изд-во Донского государственного аграрного университета, 2020. 233 с. ISBN: 978-5-98252-371-6. EDN: YHEMQB
8. Щепкин М. М. Из наблюдений и дум заводчика. Москва: Сельхозиздат, 1947. 61 с.
9. Селекционные, биотехнологические и организационно-экономические аспекты повышения конкурентоспособности животноводства России / В. В. Абонеев [и др.]; под общ. ред. В. Х. Федорова; ФГБОУ ВО Донской ГАУ [и др.]. пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2025. 165 с.
10. Шарко С. Н. Продуктивные и некоторые биологические особенности овец породы манычский меринос разных линий и кроссов: дисс. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь, 1999. 135 с.
11. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А. П. Калашникова [и др.]. Москва, 2003. 456 с.
12. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 252 с.
13. Васильев Н. А. Повысить уровень селекции тонкорунных овец // Овцеводство. 1983. № 2. С. 13–15.

14. Колосов Ю. А., Засемчук И. В. Соотносительная изменчивость и наследуемость хозяйственно-полезных признаков у молодняка овец сальской породы // Вестник аграрной науки Дона. 2011. № 4(16). С. 64–67. EDN: RDWWCN
15. Николаев А. И. Овцеводство. Москва: Колос, 1973. С. 32–47, 141–200, 204.
16. Омаров А. А. Тип шерстного покрова и продуктивные показатели овец северокавказской мясо-шерстной породы // Сб. науч. тр. – ВНИИОК. Ставрополь, 2000. Вып. 45. С. 57–60.
17. Филянский К. Д. О направлениях племенной работы в тонкорунном овцеводстве СССР. Заметки овцевода. Москва: Сельхозгиз, 1948. С. 23–30.

References

1. Erokhin A.I., Karasev E.A., Erokhin S.A. The Number of Sheep and the Dynamics of Wool Production in the World. *Sheep, goats, wool business*. 2004;(1):57–60. (In Russ.). EDN: OKEFOR
2. Aboneev V.V., Kolosov, Yu.A. On the Problems of Conserving Breeding Resources of Sheep Farming in Russia. *Sheep, goats, wool business*. 2020;(1):43–45. (In Russ.). EDN: CEHMEY
3. Aboneev V.V. [et al.]. Economically Useful Traits of the Manych Merino Sheep of the Manych Factory Type of Different Lines. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2024;3(45):46–55. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-46-54. EDN: EYLUIJ
4. Aboneev V.V. [et al.]. Fertility of fine-wool ewes, resistance, growth and development of offspring of different origins. *The Bulletin Donskoy state agrarian university*. 2025;1(55):50–56. (In Russ.). EDN: VBVQBW
5. Bogdanov E.A. *Kak mozno uskorit' sovershenstvovanie i sozдание plemennykh stad i porod (Razvedenie po liniyam)* [How to accelerate the improvement and creation of breeding herds and breeds (Breeding by lines)]. Moscow: Sel'hozgiz, 1938. Pp. 8–31. (In Russ.)
6. Kislovsky D.A. Breeding by Lines. *Izbrannye sochineniya* [Selected Works]. Moscow: Kolos, 1965. Pp. 490–500. (In Russ.)
7. Kolosov Yu.A. [et al.]. *Ispol'zovanie potenciala intensivnykh porod ovec dlya uvelicheniya proizvodstva produktsii ovcevodstva: monografiya* [Using the potential of intensive sheep breeds to increase sheep production: monograph]. Persianovsky settlement: Izd-vo Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2020. 233 p. ISBN: 978-5-98252-371-6. (In Russ.). EDN: YHEMQB
8. Shchepkin M.M. *Iz nablyudenij i dum zavodchika* [From the observations and thoughts of a breeder]. Moscow: Sel'hozizdat, 1947. 61 p.
9. Aboneev V.V. [et al.]. *Selekcionnye, biotekhnologicheskie i organizacionno-ekonomicheskie aspekty povysheniya konkurentosposobnosti zhivotnovodstva Rossii; pod obshch. red. V.H. Fedorova; FGBOU VO Donskoj GAU [i dr.]* [Selection, biotechnological and organizational-economic aspects of increasing the competitiveness of animal husbandry in Russia; under the general editorship of V.Kh. Fedorov; FGBOU VO Donskoy SAU [et al.]. Pos. Persianovsky: Donskoj GAU, 2025. 165 p. (In Russ.)
10. Sharko S.N. *Produktivnye i nekotorye biologicheskie osobennosti ovec porody manychskij merinos raznykh linij i krossov: diss. ... kand. s.-h. nauk* [Productive and some biological characteristics of Manych Merino sheep of different lines and crosses: diss. candidate of agricultural sciences]. Stavropol, 1999. 135 p. (In Russ.)
11. *Normy i rationy kormleniya sel'skokozyajstvennykh zhivotnykh. Spravochnoe posobie. 3-e izdanie pererabotannoe i dopolnennoe. Pod red. A.P. Kalashnikova [i dr.]*. [Feeding standards and rations for farm animals. Reference manual. 3rd revised and supplemented edition. Ed. by A.P. Kalashnikov [et al.]. Moscow, 2003. 456 p. (In Russ.)
12. Plokhinsky N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* [Handbook of Biometrics for Zootechnicians]. Moscow: Kolos, 1969. 252 p. (In Russ.)
13. Vasiliev N.A. *Povysit' uroven' selekcii tonkorunnykh ovec* [To increase the level of selection of fine-wool sheep]. *Ovcevodstvo*. 1983. No. 2. Pp. 13–15. (In Russ.)
14. Kolosov Yu.A., Zasemchuk I.V. Correlative variability and heritability of economic-useful signs at young growth of sheep of Salsk breed. *Don agrarian science bulletin*. 2011;4(16):64–67. (In Russ.). EDN: RDWWCN
15. Nikolaev A.I. *Ovcevodstvo* [Sheep breeding]. Moscow: Kolos, 1973. Pp. 32–47, 141–200, 204.
16. Omarov A.A. Wool cover type and productive indicators of North Caucasian meat-wool breed sheep. *Sb. nauch. tr. – VNIIOK* [Collection of scientific papers – VNIIOK]. Stavropol, 2000. Issue 45. Pp. 57–60.
17. Filyansky K.D. *O napravleniyah plemennoy raboty v tonkorunnom ovcevodstve SSSR. Zаметki ovceвода* [On the directions of breeding work in fine-wool sheep breeding in the USSR. Notes of a sheep breeder]. Moscow: Sel'hozgiz, 1948. Pp. 23–30.

Сведения об авторах

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

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

Куликова Анна Яковлевна – 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: 6162-4430

Абонеева Екатерина Васильевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и внешнеэкономической деятельности, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», SPIN-код: 1079-0699

Information about the authors

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 Research Center of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, SPIN-code: 8768-9490

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-code: 3898-8474

Anna Ya. Kulikova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Department of Farm Animal Breeding and Genetics, Krasnodar Research Center of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, SPIN-код: 6162-4430

Ekaterina V. Aboneeva – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Foreign Economic Activity, North-Caucasus Federal University, SPIN-code: 079-0699

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 24.02.2026;
одобрена после рецензирования 05.03.2026;
принята к публикации 12.03.2026.*

*The article was submitted 24.02.2026;
approved after reviewing 05.03.2026;
accepted for publication 12.03.2026.*

Научная статья

УДК 636.234.1.082

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-43-50

Изменчивость молочных признаков у голштинских коров с разной степенью инбредности

Ольга Васильевна Горелик¹, Светлана Юрьевна Харлап^{✉2},
Олег Владимирович Шальнев³

Уральский государственный аграрный университет, улица Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург,
Россия, 620000

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

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

³shalnev-oleg@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5482-3269>

Аннотация. Для получения устойчивых результатов применялся инбридинг для повышения гомозиготности по признакам молочности, что привело к получению большого количества инбредных животных. Вызывает интерес изучение показателей продуктивности коров в зависимости от степени инбредности. Наиболее высокие показатели продуктивности установлены в группе коров, полученных в результате умеренного инбридинга. Они превосходили коров из других групп на 278 и 559 кг, или на 2,7 и 5,46%. Во втором случае установлена достоверная разница при $p \leq 0,05$. По качественным показателям молока достоверных различий не установлено. По показателю массовой доли жира (МДЖ) в молоке наблюдается большое превосходство оцениваемых животных (от 3,3 до 3,32% при минимальных требованиях 3%). Установлено, что при аутбредном подборе пар для спаривания разница по удою у коров с минимальными и максимальными показателями наименьшая по сравнению с группами коров с умеренным, отдаленным инбридингом. Исходя из этого можно сказать о повышении гетерозиготности по данному показателю у коров, что позволяет получить молочное стадо с более однотипными по показателю коровами. Расчет коэффициентов вариации по молочным признакам внутри групп показал, что по удою установлены значения от 10 до 20% – это средний показатель, который предупреждает о назревающих проблемах в группах; по качественным показателям молока значения находятся в пределах до 10%, что говорит о незначительном отклонении, приравниваемом к норме.

Ключевые слова: голштинский скот, коровы, метод подбора, инбридинг, аутбридинг, продуктивность, разнообразие признаков, изменчивость

Для цитирования: Горелик О. В., Харлап С. Ю., Шальнев О. В. Изменчивость молочных признаков у голштинских коров с разной степенью инбредности // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 43–50. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-43-50

Original article

Variability of milk characteristics in Holstein cows with varying degrees of inbred

Olga V. Gorelik¹, Svetlana Yu. Kharlap^{✉2}, Oleg V. Shalnev³

Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Street, Yekaterinburg, Russia, 620000

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

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

³shalnev-oleg@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5482-3269>

Abstract. To obtain stable results, inbreeding was used to increase homozygosity for lactic acid, which led to the production of a large number of inbred animals. It is of interest to study cow productivity indicators depending on the degree of inbredness. The highest productivity rates were established for the group of cows obtained as a result of moderate inbreeding. They outperformed cows from other groups by 278 and 559 kg, or by 2.7 and 5.46%. In the second case, a significant difference was found at $p < 0.05$. There are no significant differences in the quality of milk. According to MJ in milk, there is a great superiority of the evaluated animals in this indicator, which ranges from 3.3 to 3.32% with a minimum requirement of 3%. It was found that with the outbred selection of pairs for mating, the difference in milk yield in cows with minimal and maximum indicators is the smallest, compared with groups of cows with moderate, long-term inbreeding. Based on this, we can say that an increase in heterozygosity for this indicator in cows allows us to get a dairy herd from cows of a more similar type. The calculation of the coefficients of variation for milk characteristics within the groups showed that milk yield values were set from 10% to 20% – this is the average indicator that warns of impending problems in the groups; for milk quality indicators, the values are in the range of up to 10% and indicate a slight deviation, which is equivalent to the norm.

Keywords: Holstein cattle, cows, selection method, inbreeding, outbreeding, productivity, diversity of traits, variability

For citation: Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Shalnev O.V. Variability of milk characteristics in Holstein cows with varying degrees of inbred. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):43–50. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-43-50

Введение. Ключевые направления развития Федерального закона от 29 декабря 2006 г. N 264-ФЗ г. «О развитии сельского хозяйства» и Федерального закона от 08.08.2024 N 320-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О развитии сельского хозяйства"» – важнейшая задача, которую необходимо решать работникам агропромышленного комплекса страны. В условиях современного мирового развития обеспечение продовольственной безопасности государства продолжает оставаться одной из приоритетных задач. Важнейший её аспект – насыщение внутреннего рынка продуктами питания, произведёнными внутри страны, в том числе продукцией животного происхождения.

Особая роль в этом процессе отводится молоку. Этот продукт не просто входит в ежедневный рацион людей – он также является ключевым сырьём для предприятий молокоперерабатывающей промышленности [1–4].

Основную долю молочного сырья получают от маточного поголовья крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород. При этом более 65 % всего поголовья составляет голштинская порода. Она была выведена в США и Канаде в результате многолетней селекционной работы: специалисты проводили тщательный отбор и подбор особей с высокой молочной продуктивностью, опираясь на генетический потенциал голландского

чёрно-пёстрого скота. Созданная порода является самой высокопродуктивной и обильномолочной в мире.

Создание голштинского скота на территории РФ происходило через поглотительное скрещивание: маточное поголовье отечественных молочных пород поэтапно улучшали, вводя генотип голштинских быков из мирового племенного фонда разных поколений. Голштинская порода явилась улучшающей, и доведение ее в генотипе современного молочного скота до 94–97% кровности позволяет идентифицировать данных животных как принадлежащих к данной породе [5–8].

Совершенствование черно-пестрой породы уральского отродья с использованием голштинских быков-производителей как зарубежной, так и отечественной селекции прошло в 2 этапа: с конца 70-х годов прошлого столетия и до официального оформления нового породного типа (уральского) черно-пестрой породы в 2002 году и далее – до практически полного поглощения и перехода в 2021 году на разведение голштинского скота [9–12]. Голштинская порода выведена при чистопородном разведении путем жесткого отбора и подбора в основном по одному из молочных признаков – удою. Для достижения стабильных результатов использовался инбридинг, способствующий повышению гомозиготности по признакам молочности, в ре-

зультате чего в популяциях сформировалась существенная доля инбредных животных.

Близкородственное спаривание с умеренной или отдалённой степенью инбредности лежит в основе формирования 60–90% поголовья молочных стад сельхозпредприятий Свердловской области [13–18]. Такая ситуация диктует необходимость изучения зависимости продуктивности коров от уровня инбредности.

Целью исследования являлась оценка степени инбредности и ее влияние на показатели молочной продуктивности животных голштинской породы.

Методы и материалы исследования. Настоящее исследование осуществлено на базе сельскохозяйственного предприятия – племенного репродуктора, занимающегося разведением голштинской породы крупного рогатого скота, расположенного в Свердловской области. В качестве эмпирической базы использованы сведения из информационной системы «СЕЛЭКС Молочный скот» и данные, полученные в ходе самостоятельных исследований. Объект исследования – коровы голштинской породы с вариативной степенью инбредности; предмет исследования – параметры молочной продуктивности указанных животных. По результатам анализа на 30 октября 2024 года коровы, завершившие период лактации, были стратифицированы на три группы согласно уровню инбридинга: аутбредные, с умеренным инбридингом, с отдалённым инбридингом.

Оценка молочной продуктивности осуществлялась ежемесячно посредством контроль-

ных доек. Содержание массовой доли жира (МДЖ) и массовой доли белка (МДБ) в молоке определялось в средней пробе от каждой коровы в молочной лаборатории Уралплемцентра. Дополнительно рассчитывался выход питательных веществ с молоком – количество молочного жира и молочного белка, а также коэффициент молочности, биологическая эффективность коровы (БЭК), коэффициент биологической полноценности (КБП).

Результаты исследования. Данные о молочной продуктивности коров с разной степенью инбредности представлены в таблице 1.

Наиболее высокие показатели продуктивности установлены в группе коров, полученных в результате умеренного инбридинга. Они превосходили коров из других групп на 278 и 559 кг, или на 2,7 и 5,46%. Во втором случае установлена достоверная разница при $p \leq 0,05$. По качественным показателям молока достоверных различий не установлено, они практически одинаковые во всех группах, что свидетельствует о направленности селекционно-племенной работы по увеличению удоя и белкомолочности. Показатель МДЖ в молоке у коров всех групп был чуть выше минимальных требований в соответствии с Приказом Минсельхоза РФ от 28 октября 2010 г. № 379 «Об утверждении Порядка и условий проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности». По показателю МДЖ в молоке наблюдается большое превосходство оцениваемых животных (от 3,3 до 3,32% при минимальных требованиях 3%).

Таблица 1. Молочная продуктивность коров
Table 1. Milk productivity of cows

Показатель	Степень инбредности		
	умеренный	отдаленный	аутбредный
Удой, кг	10247±182,87	9979±92,86	9688±177,41
МДЖ, %	3,64±0,010	3,63±0,008	3,65±0,007
МДБ, %	3,30±0,005	3,30±0,004	3,32±0,004
Количество молочного жира, кг	373±3,08	363±3,77	354±6,12
Количество молочного белка, кг	338±4,10	329±3,12	322±4,16
Живая масса, кг	612±5,12	634±3,36	602±4,44
Коэффициент молочности	1674±35,24	1574±39,70	1609±30,46
БЭК	209±4,91	196±3,21	201±3,24
КБП	147±1,76	139±4,54	143±3,84

Для определения возможной эффективности племенной работы в стаде по отбору более продуктивных животных были изучены пока-

затели минимальных и максимальных удоев по группам коров в зависимости от способа подбора (рис. 1).

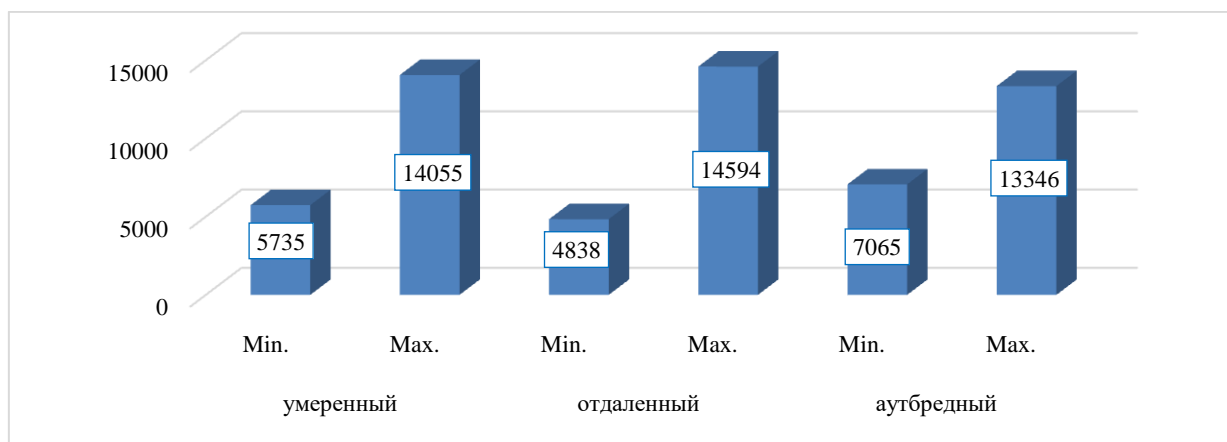


Рисунок 1. Колебание удоев в группах коров разной степени инбридности, кг
Figure 1. Variation in milk yield in groups of cows with different degrees of inbredness, kg

В ходе исследования изучены колебания удоев в группах коров, сформированных с применением различных методов подбора пар для спаривания. Полученные данные позволяют сделать ряд выводов.

1. Сравнение вариативности удоев. В группе с аутбредным подбором разница между минимальными и максимальными значениями удоя оказалась наименьшей в сравнении с группами, где применялся умеренный или отдалённый инбридинг. Это указывает на то, что повышение гетерозиготности по признаку удоя способствует формированию более однородного по продуктивности молочного стада.

2. Связь гомозиготности и генетического потенциала. В аутбредной группе зафиксированы более низкие показатели максимальных

удоев. Данный факт свидетельствует о том, что увеличение гомозиготности по этому признаку ведёт к росту генетического потенциала коров в отношении молочной продуктивности.

3. Эффективность селекционного отбора. На основании полученных данных можно заключить, что отбор по удою будет более результативным в группах коров инбридного происхождения как с умеренной, так и с отдалённой степенью инбридинга.

Дополнительно проведён аналогичный анализ по показателям, отражающим качество молока, его пищевую и биологическую ценность. В фокусе исследования находилось два ключевых параметра: массовая доля жира и массовая доля белка в молоке (рис. 2).

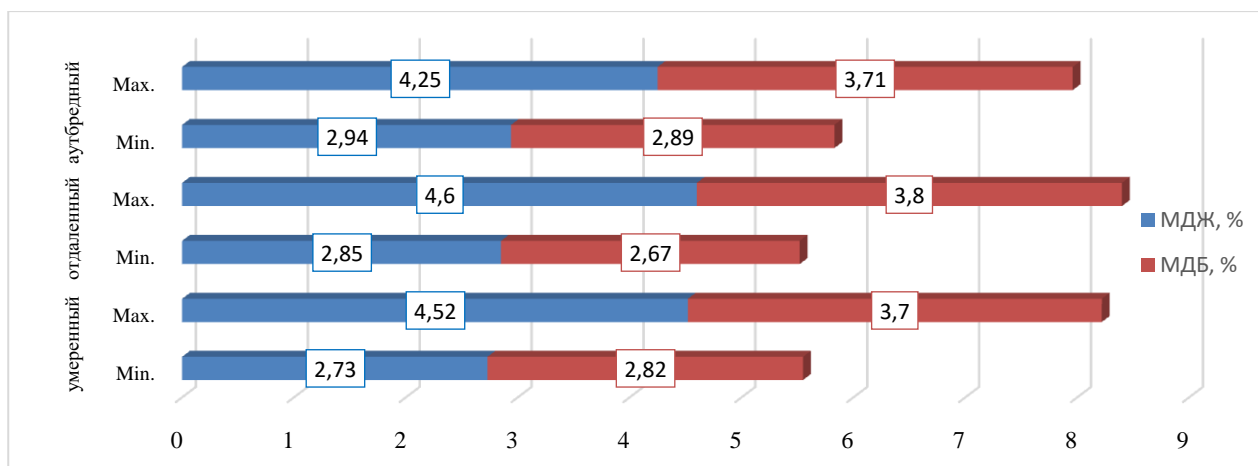


Рисунок 2. Колебания качественных показателей молока в группах коров разной степени инбридности, %
Figure 2. Variations in milk quality indicators in groups of cows with different degrees of inbredness, %

Данные, представленные на диаграмме, показывают, что по качественным показателям молока коров в каждой группе достаточно

большое разнообразие, и разница по ним внутри групп позволяет проводить эффективный отбор (рис. 3).

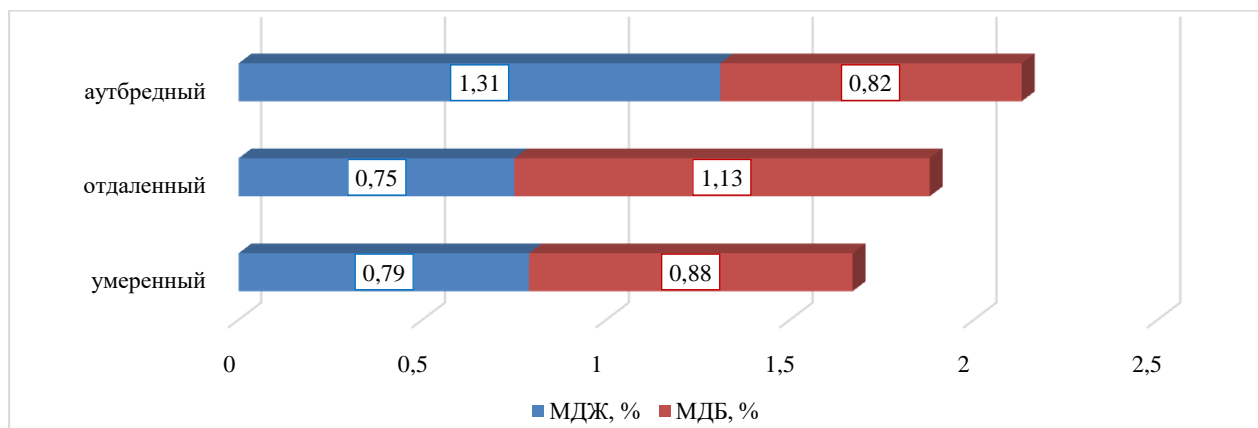


Рисунок 3. Разница по количественным признакам внутри групп коров с разным подбором, %
Figure 3. Differences in quantitative characteristics within groups of cows with different selection, %

Более высокая разница, а значит и большее разнообразие по MДЖ отмечены в молоке коров из группы аутбредных животных; по MДБ – с отдаленным инбридингом.

о незначительном отклонении, приравняемом к норме; от 10 до 20% – средний показатель, который предупреждает о назревающих проблемах; от 20 до 33% показатель считается значительным, но допустимым, а при увеличении расхождения более 33% вариация недопустима и требует пересмотра работы всех структурных подразделений.

О степени однородности признаков совокупности животных в стаде или группе коров можно судить по коэффициенту вариации (CV). Чем больше его величина, тем больше разброс значений признаков вокруг средней, менее однородна совокупность по своему составу и менее представительна средняя. Показатели рассеивания данных до 10% говорят

Данные о значениях коэффициента вариации по молочным признакам представлены на рисунке 4.

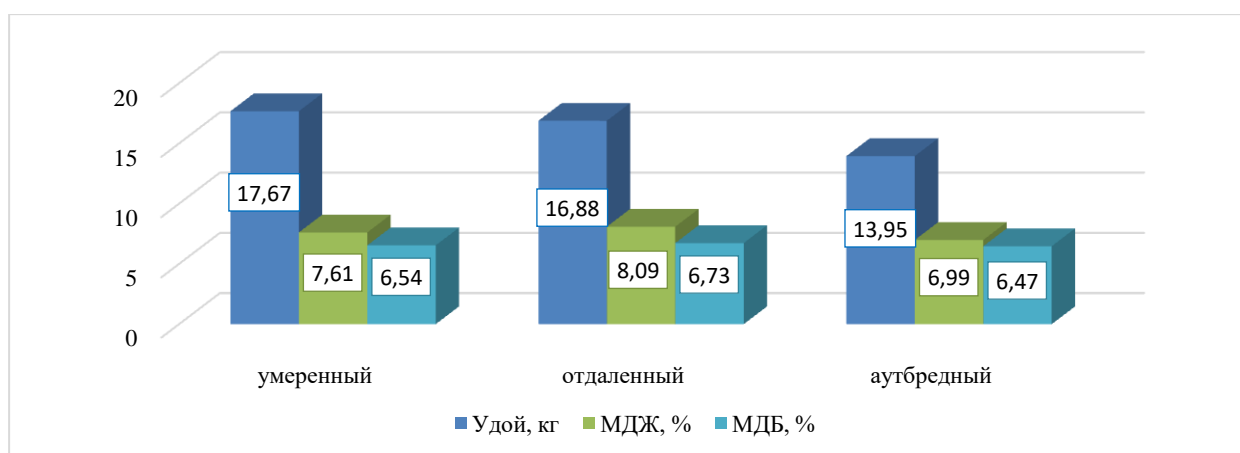


Рисунок 4. Коэффициенты вариации молочных признаков
Figure 4. Variation coefficients of milk signs

По представленным данным можно сделать следующие заключения: по удою установлены значения от 10 до 20% – это сред-

ний показатель, который предупреждает о назревающих проблемах в группах; по качественным показателям молока значения на-

ходятся в пределах до 10%, что говорит о незначительном отклонении, приравняваемом к норме.

Выводы. Исходя из вышеизложенного можно говорить о влиянии метода подбора на показатели молочной продуктивности коров. Лучшие удои получены от животных с умеренной степенью инбридности. При исполь-

зовании коров, полученных в результате гетерогенного подбора, наблюдается тенденция к снижению удоя, но повышению качественных показателей молока. В данной группе животных более низкие показатели коэффициентов вариации молочных признаков, что приводит к повышению однородности стада по молочной продуктивности.

Список литературы

1. Структурные изменения в производстве и потреблении молока и молочных продуктов в России / К. С. Терновых [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16. № 3 (78). С. 198–207. DOI: 0.53914/issn2071-2243_2023_3_198-207. EDN: MBFHVP
2. Состояние молочной отрасли в России. [Электронный ресурс]. URL: <https://milknews.ru/longridy/itogi-goda-2021-grafiki.html> (дата обращения 19.11.2025)
3. Китаёв Ю. А. Современное состояние молочного скотоводства в России // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 4(40). С. 101–104. EDN: ZJCQEB
4. Тимошенко В., Музыка А. Инновационные технологии производства молока // Животноводство России. 2022. № 1. С. 43–46. DOI: 10.25701/ZZR.2022.01.01.005. EDN: BUCYSP
5. Фирсова Э. В., Карташова А. П. Голштинская порода скота в Российской Федерации: современное состояние и перспективы развития // Генетика и разведение животных. 2019. № 1. С. 62–69. DOI: 10.31043/2410-2733-2019-1-62-69. EDN: EDJMRY
6. Племенные ресурсы голштинской породы скота: состояние и результаты использования / И. М. Дунин [и др.] // Зоотехния. 2019. № 5. С. 3. DOI: 10.25708/ZT.2019.10.65.003. EDN: NIADTU
7. The use of inbreeding in dairy cattle breeding / O.V. Gorelik [et al.] // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548, No. 8. P. 082013. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082013. EDN: BGRPHD
8. Иванова И. П., Троценко И. В. Биологические особенности и хозяйственно-полезные качества популяции молочного скота Омской области // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58. № 1. С. 77–82. EDN: STNYKG
9. Leshonok O.I., Gridin V.F., Gridina S.L. Characterization of high-producing cows by their immunogenetic status // International scientific and practical conference "Agrosmart – smart solutions for agriculture" (AGROSMART 2018). Tyumen: Atlantis Press, 2018. Pp. 253–256. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.49. EDN: YTKAUX
10. Любимов А. И., Юдин В. М. Эффективность применения инбридинга в процессе совершенствования черно-пестрой породы крупного рогатого скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 66–69. EDN: SAEYET
11. Возраст выбытия коров из стада в зависимости от генетических и паратипических факторов / О. С. Чеченихина [др.] // Аграрный вестник Урала. 2021. №06 (209). С. 71–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79. EDN: ZIAZZG
12. 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
13. Чеченихина О. С., Смирнова Е. С. Биологические и продуктивные особенности коров черно-пестрой породы при различных технологиях доения // Молочнохозяйственный вестник. 2020. № 1(37). С. 90–102. EDN: UEOGYV
14. Руденко О. В. Показатели воспроизводства коров при разной степени инбридинга // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. № 17(3). С. 360–372. DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-3-360-372. EDN: ETRFQJ
15. Сысоинкова Д. В., Прищеп Е. А., Герасимова А. С. Влияние сочетаемости родительских пар на продуктивность потомков с учетом инбридинга // Аграрный научный журнал. 2025. № 5. С. 65–71. DOI: 10.28983/asj.y2025i5pp65-71. EDN: BWEUCC
16. Баранова Н. С., Баранов А. В., Подречнева И. Ю. Использование инбридинга при разведении заводских семейств костромской породы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 6(55). С. 51–55. EDN: WZIRPH

17. Костомахин Н. М., Воронкова О. А., Габедова М. А. Продуктивные и воспроизводительные качества коров в зависимости от степени инбридинга // Главный зоотехник. 2019. № 5. С. 11–16. EDN: NBXJPY
18. Леутина Д. В., Прищеп Е. А., Герасимова А. С. Использование генетических ресурсов коров бурой швицкой породы // Вестник аграрной науки. 2021. № 2(89). С. 181–185. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.2.181. EDN: FVMUNH

References

1. Ternovykh K.S. [et al.]. Structural changes in the production and consumption of milk and dairy products in Russia. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):198–207. (In Russ.). DOI:0.53914/issn2071-2243_2023_3_198-207. EDN: MBFHVP
2. *Sostoyanie molochnoj otrasli v Rossii* [The state of the dairy industry in Russia]. [Electronic resource]. URL <https://milknews.ru/longridy/itogi-goda-2021-grafiki.html> (accessed 19.11.2025).
3. Kitaev Y.A. Current state of Russian dairy cattle breeding. *Machinery and technologies in livestock*. 2020;2(40):101–103. (In Russ.). EDN: ZJCQEB
4. Timoshenko V., Muzyka A. Innovative technologies in production of milk. *Animal Husbandry of Russia*. 2022;(1):41–46. (In Russ.). DOI: 10.25701/ZZR.2022.01.01.005. EDN: BUCYSP
5. Firsova E.V., Kartashova A.P. Holstein breed of the cattle in the Russian Federation, the current state and the prospects of development. *Genetics and breeding of animals*. 2019;(1):62–69. (In Russ.). DOI: 10.31043/2410-2733-2019-1-62-69. EDN: EDJMRY
6. Dunin I.M. [et al.]. Breeding resources of the Holstein cattle: state and results of use. *Zootechniya*. 2019;(5):3. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2019.10.65.003. EDN: NIADTU
7. Gorelik O.V [et al.]. The use of inbreeding in dairy cattle breeding. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2020;548(8):082013. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082013. EDN: BGPJFD
8. Ivanova I.P., Trotsenko I.V. Biological features and economically useful qualities of dairy cattle population in Omsk region. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021;58(1):77–82. (In Russ.). EDN: STNYKG
9. Leshonok O.I., Gridin V.F., Gridina S.L. Characterization of high-producing cows by their immunogenetic status. *International scientific and practical conference "Agrosmart – smart solutions for agriculture" (AGROSMART 2018)*. Tyumen: Atlantis Press, 2018. Pp. 253–256. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.49. EDN: YTKAUX
10. Lubimov A.I., Yudin V.M. Effectiveness of inbreeding for black-motley breed of cattle improving. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2014;(1):66–69. (In Russ.). EDN: SAEYET
11. Chechenikhina O.S. [et al.]. The age of retirement of cows from the herd, depending on genetic and paratypical factors. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021;06(209):71–79. (In Russ.) DOI: 10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79. EDN: ZIAZZG
12. Gritsenko S.A., Khaknazarov A.A., Rebezov M.B. Productive qualities of Holstein cows of different generations, age in lactations and linear affiliation. *Agrarian science*. 2023;368(3):74–79. (In Russ.). DOI:10.32634/0869-8155-2023-368-3-74-79. EDN: ZVEMSL
13. Chechenikhina O.S., Smirnova Ye.S. Biological and productive features of black-motley cows with various milking techniques. *Molochnokhozyaistvenny Vestnik*. 2020;1(37):90–102. (In Russ.). EDN: UEOGYV
14. Rudenko O.V. Cow reproduction rates with varying inbreeding degrees. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(3):360–372. (In Russ.). DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-3-360-372. EDN: ETFRQJ
15. Sysoinkova D.V., Prishchep E.A., Gerasimova A.S. The effect of the parental combination on the offspring productivity in connection with inbreeding. *Agrarian Scientific Journal*. 2025;(5):65–71. (In Russ.). DOI:10.28983/asj.y2025i5pp65-71. EDN: BWEUCC
16. Baranova N.S., Baranov A.V., Podrechneva I.U. The use of inbreeding at keeping of farm families of Kostroma breed. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2016;6(55):51–55. (In Russ.). EDN: WZIRPH
17. Kostomakhin N.M., Voronkova O.A., Gabedava M.A. Productive and reproductive traits of cows depending on the degree of inbreeding. *Head of Animal Breeding*. 2019;(5):11–16. (In Russ.). EDN: NBXJPY
18. Leutina D.V., Prishchep E.A., Gerasimova A.S. Use of genetic resources of brown swiss breed cows. *Bulletin of agrarian science*. 2021;2(89):181–185. (In Russ.). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.2.181. EDN: FVMUNH

Сведения об авторах

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

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

Шальнев Олег Владимирович – аспирант кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 2070-4008

Information about the authors

Olga V. Gorelik – Doctor of Agricultural Sciences, professor of the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University, SPIN-код: 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

Oleg V. Shalnev – Postgraduate student of the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University. SPIN-code: 2070-4008

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 09.12.2025;
одобрена после рецензирования 14.01.2026;
принята к публикации 21.01.2026.*

*The article was submitted 09.12.2025;
approved after reviewing 14.01.2026;
accepted for publication 21.01.2026.*

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 621.436.2

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-51-58

**Исследование эксплуатационных показателей дизельных двигателей
при работе на биотопливе****Владимир Исмелович Батыров^{✉1}, Люда Зачиевна Шекихачева²**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030^{✉1}batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>²sh-ludmila-z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5987-1500>

Аннотация. Современный этап развития мирового рынка нефтепродуктов характеризуется объективными процессами развития мировой экономики, связанными с инновационными изменениями в том числе в нефтехимическом, транспортном и других секторах. Анализ результатов исследования физико-химических характеристик биотоплива на основе растительных масел свидетельствует, что по основным показателям оно существенно отличается от дизельного топлива. Причиной этого является присутствие в биотопливе глицерина и других примесей, в результате чего его вязкость, плотность, содержание фактических смол, по сравнению с дизельным, значительно выше. Следовательно, необходимо провести оценочное исследование надежности функциональных систем сельскохозяйственной техники при использовании минерального и биотоплива. В результате проведенных исследований установлено, что на основании полученных зависимостей можно оценить степень влияния различных видов топлива на надежность топливных насосов высокого давления топливной системы дизельного двигателя с учетом обобщенных показателей надежности трактора в целом, то есть коэффициентов готовности и технического использования. Анализ предложенной вероятностной модели надежности сложной технической системы позволил выявить «проблемный» элемент топливных насосов высокого давления, работавших на биотопливах. Так, «проблемным» элементом с точки зрения надежности являются уплотнения, средний ресурс которых составляет 960 мото-часов, что в 4 раза меньше по сравнению с топливными системами, работающими на минеральном дизельном топливе. Замена инертных к агрессивной биотопливной среде материалов уплотнений позволит повысить надежность топливных насосов высокого давления и трактора в целом.

Ключевые слова: дизельный двигатель, топливо, топливная аппаратура, топливная система, топливный насос, биотопливо

Для цитирования: Батыров В. И., Шекихачева Л. З. Исследование эксплуатационных показателей дизельных двигателей при работе на биотопливе // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова 2026. № 1(51). С. 51–58. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-51-58

Original article

Study of diesel engine performance when working on biofuel

Vladimir I. Batyrov^{✉1}, Lyuda Z. Shekikhacheva²

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

^{✉1}batyrov.53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2183-4058>

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

Abstract. The current stage of development of the global oil products market is characterized by objective processes of development of global economic and social processes, which is associated with innovative changes in the petrochemical, transport and other sectors. Analysis of the results of studies of physicochemical biofuels based on vegetable oils indicates that in terms of basic indicators it differs significantly from diesel fuel. The reason for this is the presence of glycerol and other impurities, as a result of which its viscosity, density, content of actual resins compared to diesel is much higher. Therefore, it is necessary to conduct an assessment study of the reliability of functional systems of agricultural machinery using mineral and biofuel. As a result of the studies, it was found that, based on the relationships obtained, it is possible to assess the degree of influence of various types of fuel on the reliability of the high-pressure fuel pumps of the diesel engine fuel system, taking into account the generalized indicators of the reliability of the tractor as a whole, that is, the availability and technical use factors. Analysis of the proposed probabilistic reliability model of a complex technical system made it possible to identify a "problematic" element of high-pressure fuel pumps operating on biofuels. Thus, the "problem" element in terms of reliability is seals, the average resource of which is 960 engine hours, which is 4 times less than fuel systems operating on mineral diesel fuel. Replacement of sealing materials inert to the aggressive biofuel medium will improve the reliability of high-pressure fuel pumps and the tractor as a whole.

Keywords: diesel engine, fuel, fuel apparatus, fuel system, fuel pump, biofuel

For citation: Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z Study of diesel engine performance when working on biofuel. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):51–58. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-51-58

Введение. В связи с ускоренным развитием современной техники крайне актуальна задача повышения надежности машин, работающих в условиях больших нагрузок, температур, в различных агрессивных средах. Решение указанной задачи усложняется тем, что оно должно отражать специфику всех фаз существования машин – от стадии проектирования до стадии эксплуатации [1, 2]. Последние события, которые наблюдаются на рынке нефтепродуктов, подтвердили зависимость России от импорта нефти, который составляет 75–85%. Увеличение ее цены на нефтяных биржах неизбежно приводит к удорожанию горюче-смазочных материалов внутри страны. Такая ситуация в очередной раз подтверждает необходимость поиска и перевода двигателей мобильных энергетических средств на альтернативные виды топли-

ва. Их обширное внедрение, естественно, не сумеет решить всех энергетических проблем. Однако при неизбежном росте мировых цен на минеральные топлива альтернативные виды, для производства которых в России есть достаточные условия и мощности, смогут удовлетворить значительную долю внутреннего спроса на топливо, существенно снизить негативное влияние отходящих газов на окружающую среду [2–5].

В этой связи становится актуальным использование в качестве моторного топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) спиртов, эфиров, газовых конденсатов и т.п. Однако наиболее перспективным видом, который может использоваться как основное или как добавка к дизельному, является топливо на основе растительных масел, в частности рапсового [7–10]. Наиболее подходя-

щим для использования в дизельных двигателях сельскохозяйственной техники является биодизельное топливо, или рапсово-метилловые (РМЭ), или рапсово-этиловые эфиры (РЭЭ) на основе рапсового масла.

Рапсово-этиловые эфиры можно использовать в чистом виде. Однако проведенными ранее исследованиями установлено, что его эффективно использовать в смеси с дизельным топливом или газовым конденсатом, поскольку в таком случае его важнейшие физико-химические и эксплуатационные показатели приближаются к показателям стандартного топлива. Рекомендуемое соотношение компонентов смеси 50–60% рапсово-этиловых эфиров и 50–40% газового конденсата. Исследуя работу двигателя на разных режимах, можно подтвердить целесообразность использования этого альтернативного вида топлива и обосновать состав компонентов смеси.

Соответствие физико-химических и эксплуатационных свойств установленным нормативным требованиям биодизеля в значительной степени зависит от качества сырья – растительного масла и технологии производства данного вида топлива. Однако в настоящее время использование некачественного по отдельным показателям масла, в том числе и рапсового, а также несовершенная технология этерификации и отделения глицерина приводят к получению биодизеля с повышенными вязкостными низкотемпературными показателями. Поэтому для обеспечения соответствия установленным нормативам получаемое биодизельное топливо следует использовать в смеси с нефтяными топливами, содержание компонентов которых следует определять проведением экспериментальных исследований.

Актуальность состоит и в том, что необходимо провести оценочное исследование надежности функциональных систем сельскохозяйственной техники при использовании минерального и биотоплива.

Цель исследования – оценка надежности топливного насоса высокого давления дизельного двигателя при эксплуатации на различных видах топлива для повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования базируются на методах физического и математического модели-

рования, сравнения. В качестве объекта исследования использован топливный насос высокого давления (ТНВД) дизельного двигателя. Место проведения исследования: ООО НП «Шэджэм» Чегемского района Кабардино-Балкарской Республики (КБР). Результаты расчетов параметров топливоподачи обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA-5.0».

Результаты исследования. Для нахождения вероятностей безотказной работы при наработке Δt используем равенство:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(\Delta t)}{N_0}, \quad (1)$$

где

N_0 – общее число испытуемых однотипных объектов (невосстанавливаемых или восстанавливаемых);

$n(\Delta t)$ – число отказавших блоков.

Если при наработке Δt не отказал ни один из объектов, то для ориентировочного определения $p(\Delta t)$ справедливо следующее соотношение:

$$p(\Delta t) = 1 - \frac{1}{N_0 + 1}. \quad (2)$$

Вероятность отказа есть событие, противоположное вероятности безотказной работы:

$$q(\Delta t) = 1 - p(\Delta t) = \frac{n(\Delta t)}{N_0}. \quad (3)$$

Графики конфигурации функций $p(t)$ и $q(t)$ за цикл эксплуатации технического объекта приведены на рисунке 1.

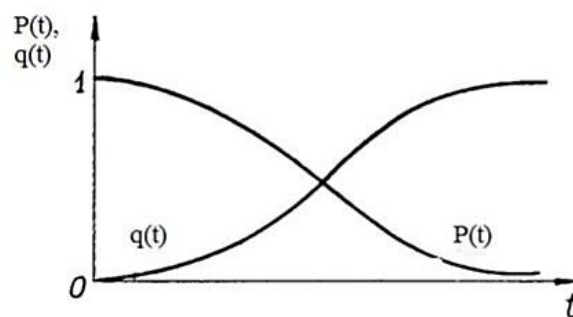


Рисунок 1. Взаимное расположение графиков вероятности безотказной работы $p(t)$ и вероятности отказов $q(t)$

Figure 1. Mutual arrangement of failure-free operation probability $p(t)$ and failure probability diagrams $q(t)$

Выражение для интенсивности отказов выглядит следующим образом:

$$\lambda(\Delta t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{cp} \Delta t}, \quad (4)$$

где

$$N_{cp} = 0,5(N_i + N_{i+1}),$$

N_i и N_{i+1} – соответственно число невосстанавливаемых объектов, исправно работавших в начале и конце интервала наработки Δt .

Среднюю наработку до отказа находим по формуле:

$$T_{cp} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} t_i, \quad (5)$$

где

t_i – наработка до отказа i -го невосстанавливаемого объекта.

Среднюю наработку на отказ определяем из равенства:

$$t_{cp} = \frac{1}{N^*} \sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*, \quad (6)$$

где

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*$ – суммарная наработка N_0 возобновляемых объектов в период проведения запланированных испытаний;

N^* – общее число отказов всех объектов в период испытания, включая отказы после восстановления.

График функции интенсивности отказов $\lambda(t)$ за цикл эксплуатации однотипных объектов представлен на рисунке 2.

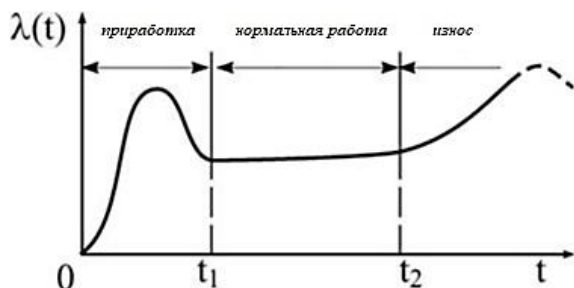


Рисунок 2. Изменение интенсивности отказов во времени

Figure 2. Change in failure rate over time

Вычисление среднего времени восстановления производим по соотношению:

$$t_B = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*}{N_0}, \quad (7)$$

где

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*$ – суммарное время восстановления

N_0 объектов при испытаниях;

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{mi}^*$ – общее число обновлений (можно

принять $\sum_{i=1}^{N_0} t_{mi}^* = N^*$).

Для нахождения коэффициента готовности используем следующую зависимость:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^* + \sum_{i=1}^{N_0} t_{ni}}, \quad (8)$$

где

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*$ – суммарная наработка;

$\sum_{i=1}^{N_0} t_{ni}^*$ – суммарное время простоев наблюдаемых объектов на техническое обслуживание в период испытаний.

Коэффициент технического использования определяем по формуле:

$$K_{TO} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^* + \sum_{i=1}^{N_0} t_{ni} + \sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*}. \quad (9)$$

Связь между двумя комплексными показателями за один и тот же период испытаний (наблюдений) с учетом зависимостей (8) и (9) можно установить следующим образом:

$$K_{TO} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^* + \sum_{i=1}^{N_0} t_{ni} + \sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*} = \frac{K_{\Gamma}}{1 + K_{\Gamma} \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}} = \frac{K_{\Gamma}}{1 + \varphi K_{\Gamma}}. \quad (10)$$

Параметр $\varphi = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi}^*}{\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*}$ – вполне конкретная

величина, показывающая долю времени нахождения наблюдаемых объектов в текущем ремонте по отношению ко времени нахождения тех же объектов в трудоспособном состоянии.

В процессе сбора информации в хозяйственных условиях ООО НП «Шэджэм» Чегемского района КБР в соответствии с требованиями ГОСТ 17510 под наблюдением находилось 16 топливных насосов высокого давления (ТНВД) тракторов МТЗ-80. Наблюдение проводили в течение 1200 мото-часов, что соответствует среднегодовой наработке (при эксплуатации на минеральном и биотопливе).

При работе на минеральном горючем за время испытаний из 16 единиц техники ТНВД 4 выходили из строя с последующим техническим обслуживанием (ТО) или ремонтом.

При работе на биотопливе за время испытаний из 16 единиц техники ТНВД 13 выходили из строя с последующим ТО или ремонтом.

По формуле (1) рассчитаем вероятность безотказной работы техники, работающей на минеральном горючем:

$$P_{\min}(t) = \frac{16-4}{16} = 0,75.$$

По формуле (1) рассчитаем вероятность безотказной работы техники, работающей на биотопливе:

$$P_{\min}(t) = \frac{16-13}{16} = 0,19.$$

Отсюда по формуле (3) рассчитаем вероятность отказа ТНВД испытываемой техники для различных видов горючего:

$q_{\min}(\Delta t) = 1 - 0,75 = 0,25$ – для минерального топлива;

$q_{\min}(\Delta t) = 1 - 0,19 = 0,81$ – для биотоплива.

Рассчитаем еще один важный параметр – интенсивность отказов на разных видах горючего по формуле (4):

$$\lambda_{\min}(\Delta t) = 2,38 \cdot 10^{-4};$$

$$\lambda_{\min}(\Delta t) = 1,14 \cdot 10^{-3}.$$

Произведем расчет средней наработки до отказа по формуле (5):

$$T_{cp.m} = 226,9 \text{ мото-часов};$$

$$T_{cp.б} = 505,2 \text{ мото-часов}.$$

По формуле (6) рассчитали среднюю наработку на период проведения испытаний с учетом затрат на ТО (7%) и на ремонт (20%) [1]:

$$t_{cp.m} = 4224 \text{ мото-часов};$$

$$t_{cp.б} = 1133,5 \text{ мото-часов}.$$

Для вычисления коэффициента готовности воспользуемся формулой (8), в которой $\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi}^*$ при работе на минеральном горючем будет равна суммарному количеству отработанных моточасов для 16 единиц техники с вычетом времени на проведение ТО, ремонтных и восстановительных работ неисправных элементов ТНВД топливной системы, то есть минус 7% времени на ТО для всех 16 единиц и 20% на ремонт.

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi.m}^* = 16896 \text{ мото-часов}.$$

Аналогично рассчитаем суммарную наработку N_0 возобновляемых объектов в период проведения запланированных испытаний и для работы техники на биотопливе:

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Hi.б}^* = 14736 \text{ мото-часов}.$$

Время, затраченное на проведение ТО как для техники, работавшей на минеральном горючем, так и для техники, работавшей на биотопливе, будет одинаковым и равным 1344 ч:

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi.m}^* = 1344 \text{ ч};$$

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{Bi.б}^* = 1344 \text{ ч}.$$

Для расчета коэффициента готовности необходимо учитывать как время, затраченное на ТО, так и время, затраченное на ремонт и восстановление вышедших из строя узлов ТНВД топливной системы при испытании техники (т.е. полное время простоя):

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{ni.m}^* = 2304 \text{ ч};$$

$$\sum_{i=1}^{N_0} t_{ni.b}^* = 4464 \text{ ч}.$$

Подставляя полученные данные для техники, ТНВД которой работал на минеральном горючем топливе, в формулу (8), получим коэффициент готовности:

$$K_{Г.м} = \frac{16895}{16896 + 1344} = 0,93.$$

Коэффициент готовности для техники, ТНВД которой работал на биотопливе, равен:

$$K_{Г.б} = \frac{14736}{14736 + 4464} = 0,77.$$

Для вычисления коэффициента технического использования необходимо вычислить параметр φ , который показывает долю времени нахождения наблюдаемых объектов в текущем ремонте по отношению ко времени нахождения тех же объектов в трудоспособном состоянии:

$$\varphi_m = \frac{2304}{16896} = 0,14;$$

$$\varphi_b = \frac{4464}{14736} = 0,30.$$

Теперь по формуле (10) рассчитаем коэффициент технического использования для исследуемой техники при эксплуатации на различных видах горючего:

$$K_{ГО.м} = \frac{0,93}{1 + 0,14 \cdot 0,93} = 0,83;$$

$$K_{ГО.б} = \frac{0,77}{1 + 0,30 \cdot 0,77} = 0,63.$$

Вывод. На основании полученных зависимостей можно оценить степень влияния различных видов топлива на надежность ТНВД топливной системы дизельного двигателя с учетом обобщенных показателей надежности трактора в целом, то есть коэффициентов готовности и технического использования. Анализ предложенной вероятностной модели надежности сложной технической системы позволил выявить «проблемный» элемент ТНВД, работавших на биотопливах. Так, «проблемным» элементом с точки зрения надежности являются уплотнения, средний ресурс которых составляет 960 мото-часов, что в 4 раза меньше по сравнению с топливными системами, работающими на минеральном дизельном топливе. Замена инертных к агрессивной биотопливной среде материалов уплотнений позволит повысить надежность ТНВД и трактора в целом.

Список литературы

1. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Эксплуатационные факторы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 85–92. EDN: PEHVGG
2. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Конструктивно-технологические факторы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 111–116. EDN: ITNEIQ
3. Балкаров Р. А., Чеченов М. М., Сабанчиева Ф. Р. Резервы экономии топливно-смазочных материалов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 80–84. EDN: LOANPE
4. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З., Болотоков А. Л. Экологические требования к автотранспортным средствам // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2019. № 4(26). С. 75–80. EDN: AANADS
5. Батыров В. И., Дзуганов В. Б., Апхудов Т. М. Совершенствование методики классификационной характеристики эксплуатационных условий автомобилей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 112–121. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-112-121. EDN: VOJKWC
6. Болотоков А. Л., Губжоков Х. Л. Исследование параметров технического состояния распылителей дизельных форсунок // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 3 (45). С. 93–99. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-93-99. EDN: VPELWT

7. Болотоков А. Л. Сравнительные эксплуатационные исследования изменения параметров форсунок дизелей с серийными и модернизированными распылителями // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 4(42). С. 118–126. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-118-126. EDN: KYESHQ

8. Койчев В. С., Батыров В. И., Болотоков А. Л. Режимные факторы и регулировочные параметры автомобильных двигателей при эксплуатации в условиях Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 91–100. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-91-100. EDN: FGJYAC

9. Шехихачев Ю. А., Батыров В. И. Характерные неисправности топливоподкачивающих насосов в процессе эксплуатации // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 102–107. EDN: BIBDQI

10. Губжоков Х. Л., Болотоков А. Л. Влияние оптимизации параметров топливоподдачи на экономическую эффективность дизеля // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 110–115. EDN: HSNVQS

References

1. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Fuel and lubricant savings operating factors. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2020;3(29):85–92. (In Russ.). EDN: PEHVGQ

2. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Constructive-technological factors of economy of fuel-lubricants. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2020;2(28):111–116. (In Russ.). EDN: ITNEIQ

3. Balkarov R.A., Chechenov M.M., Sabanchieva F.R. Fuel and lubricants economy reserves. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2020;1(27):80–84. (In Russ.). EDN: LOAHPE

4. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L. Environmental requirements for motor vehicles. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2019;4(26):75–80. (In Russ.). EDN: AANADS

5. Batyrov V.I., Dzuganov V.B., Aphudov T.M. Improvement of the method of classification characteristics of vehicle operating conditions. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;3(37):112–121. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-112-121. EDN: BOJKWC

6. Bolotokov A.L., Gubzhokov H.L. Investigation of technical condition parameters spray nozzles. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;3(45):93–99. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-93-99. EDN: VPELWT

7. Bolotokov A.L. Comparative operational studies of changes in the parameters of diesel injectors with serial and modernized nozzles. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;4(42):118–126. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-118-126. EDN: KYESHQ

8. Kojchev V.S., Batyrov V.I., Bolotokov A.L. Mode factors and adjusting parameters of automobile engines when operating in the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;2(36):91–100. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-91-100. EDN: FGJYAC

9. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I. Characteristic faults of fuel supply pumps during operation. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2021;2(32):102–107. (In Russ.). EDN: BIBDQI

10. Gubzhokov H.L., Bolotokov A.L. Influence of optimization of fuel supply parameters on the economic efficiency of a diesel. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2021;3(33):110–115. (In Russ.). EDN: HSNVQS

Сведения об авторах

Батыров Владимир Исмелович – 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: 1074-2232, Scopus ID: 57214136440

Шекихачева Люда 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: 6853-7172, Scopus ID: 57211228810, Researcher ID: AAF-8391-2019

Information about the authors

Vladimir I. Batyrov – 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: 1074-2232, Scopus ID: 57214136440

Luda Z. 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 21.01.2026;
одобрена после рецензирования 12.02.2026;
принята к публикации 19.02.2026.*

*The article was submitted 21.01.2026;
approved after reviewing 12.02.2026;
accepted for publication 19.02.2026.*

Научная статья

УДК 634:631.6

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-59-67

Применение орудия для глубокой мелиоративной обработки почвы в целях повышения продуктивности фруктового сада

Иван Борисович Борисенко¹, Марина Викторовна Мезникова^{✉2},
Дмитрий Владимирович Скрипкин³, Александр Иванович Рыбинцев

Волгоградский государственный аграрный университет, проспект Университетский, 26,
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>

Аннотация. Исследования в области плодоводства показали, что регулирование роста деревьев яблони может осуществляться посредством обрезки корней. С целью подрезания корневой системы деревьев в саду научно-исследовательского полигона агробιοтехнологий Волгоградского ГАУ был применен агрегат, разработанный для глубокой обработки почвы. Главным преимуществом конструкции является возможность направлять и равномерно распределять мелиоранты в вертикальной плоскости на глубине от 0,1 до 0,35 м. Особенно актуален этот прием в зонах засушливого земледелия, таких как Волгоградский регион. Предложенное орудие для глубокой обработки почвы с дифференцированным внесением минеральных удобрений по глубине можно применять как в технологиях возделывания полевых культур, так и при выполнении глубокой обработки почвы в садах. При этом оно может использоваться для подрезания корневой системы с целью увеличения продуктивности и качества получаемой продукции с одновременным внесением питания непосредственно в зону нахождения корневой системы садовых деревьев. Обрезка корней положительно влияет на физиологическое состояние яблони и способствует повышению интенсивности цветения в следующем году. Для подрезания корневой системы плодовых деревьев рекомендуется применять чизельные рабочие органы с одновременным внесением минеральных удобрений с заданным распределением в вертикальной плоскости (патент на изобретение 2747144). Такой комплексный подход способствует сокращению технологических операций за счет совмещения подрезания корневой системы и внесения удобрений за один проход. Технологический прием подрезания корневой системы способствует увеличению длины и массы корней, что позволяет деревьям использовать почвенную влагу из низких слоев почвенного горизонта.

Ключевые слова: эффективность, чизельная обработка почвы, полосовая обработка, повышение продуктивности фруктовых садов, мелиоранты, архитектура корневой системы

Для цитирования: Борисенко И. Б., Мезникова М. В., Скрипкин Д. В., Рыбинцев А. И. Применение орудия для глубокой мелиоративной обработки почвы в целях повышения продуктивности фруктового сада // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 59–67. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-59-67

Original article

Application of a tool for deep reclamation tillage to increase the productivity of an orchard

Ivan B. Borisenko¹, Marina V. Meznikova^{✉2}, Dmitry V. Skripkin³, Alexander I. Rybintsev
Volgograd State Agrarian University, 26 Universitetskiy Avenue, 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>

Abstract. Fruit growing studies have shown that regulation of the growth of apple trees can be done by pruning roots. A developed unit for deep tillage was used to trim the root system of trees in the garden of the research site "Agrobiotechnology" of the Volgograd SAU. The main advantage of the design is the ability to direct and evenly distribute meliorants in the vertical plane, to a depth of 0.1 to 0.35 m. This technique is especially relevant in arid farming zones, such as the Volgograd region. The proposed tool for deep tillage with differentiated application of mineral fertilizers in depth can be used both in field cultivation technologies and when performing deep tillage in gardens. At the same time, it can be used to prune the root system in order to increase the productivity and quality of the resulting products with the simultaneous introduction of nutrition directly into the area of the root system of garden trees. Pruning the roots has a positive effect on the physiological state of the apple tree and contributes to an increase in flowering intensity next year. To prune the root system of fruit trees, it is recommended to use chisel tools with the simultaneous application of mineral fertilizers with a given distribution in the vertical plane (patent for the invention 2747144). This complex approach helps to reduce technological operations by combining the operation of trimming the root system and applying fertilizers in one pass. The technological technique of pruning the root system contributes to an increase in the length and mass of the roots, which allows trees to use soil moisture from low layers of the soil horizon.

Keywords: efficiency, chisel tillage, strip tillage, increased productivity of orchards, meliorants, architectonics of the root system

For citation: Borisenko I.B., Meznikova M.V., Skripkin D.V., Rybintsev A.I. Application of a tool for deep reclamation tillage to increase the productivity of an orchard. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):59–67. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-59-67

Введение. Исследования в области плодородия показали, что регулирование роста деревьев яблони может осуществляться обрезкой корней. Решение по обрезке корней принимается с учетом многих определяющих факторов: возраста деревьев, сорта, подвоя и других. Важное значение приобретает время и метод проведения обрезки. Обрезку можно проводить в период покоя деревьев (в марте, апреле) или в начале цветения. Обрезка корней в период покоя способствует увеличению размеров листьев и плодов, уменьшая незначительно урожай.

По данным исследований, почвы для фруктовых садов яблони требуют тщательного контроля и управления для улучшения структуры верхнего слоя почвы [1, 2]. С целью создания благоприятных условий для развития корневой системы яблони, оптимизации водного и воздушного режима почв в корнеобитаемом слое и одновременного питания растения предложен подход по объединению данных операций за один проход с применением орудия, разработанного для глубокой мелиоративной обработки почвы.

Как показывают наши исследования, воздействие на корневую систему способом подрезки позволяет фруктовым деревьям получать влагу и питание из более глубоких поч-

венных слоев. Вместе с тем обрезка корней оказывает влияние на развитие деревьев и изменение количества урожая в году проведения данной операции незначительно. Такой подход способствует увеличению цветения сада в последующем году и повышает урожайность.

Цель исследования – повышение продуктивности фруктового сада путем выполнения технологической операции подрезания корневой системы с одновременным внесением питания непосредственно в зону нахождения корневой системы садовых деревьев (на примере яблоневого сада) за счет применения чизельных рабочих органов с одновременным внесением минеральных удобрений с заданным распределением в вертикальной плоскости.

Комплексный подход позволяет сократить количество технологических операций за счет совмещения подрезания корневой системы и внесения удобрений за один проход. Технологический прием подрезания корневой системы способствует увеличению длины и массы корней, позволяет деревьям использовать почвенную влагу из низких слоев почвенного горизонта, что в конечном итоге способствует увеличению продуктивности фруктового сада.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводились на территории яблоневого сада научно-исследовательского полигона агроботехнологий Волгоградского ГАУ, посаженного в 2019 году. Опыт проводился на деревьях яблони сорта Соперница. Почвы на участке светло-каштановые, орошение капельное. Исследования проводились по общепринятым методикам проведения опытов с плодовыми культурами. Развитие и размещение корневой системы в почве изучалось методом монолита (В. А. Колесников, 1962 г.). Методика заключалась в следующем. В конце вегетации раскапывалась 1/4 часть корневой системы дерева. Длина и вес корней определялись по горизонтальным секторам от штамба в сторону с интервалом 25 и глубиной 20 см. Учеты проводились на двух модельных деревьях. Рабочей зоной ножа для обрезки корней считается периферия проекции кроны (60–80 см от штамба, глубина 25, 30, 40 см, в зависимости от силы роста деревьев, их продуктивности и почвы).

Для подрезания корневой системы деревьев в саду научно-исследовательского полигона агроботехнологий Волгоградского ГАУ авторами был применен агрегат, разработанный для глубокой обработки почвы на основе патента на изобретение RU 2747144. Рабочий орган почвообрабатывающего агрегата выполнен в виде комбинированной клинообразной стойки 1, в нижней части ее носка установлено сменное долото 3. По осевой линии задней стороны стойки через равные расстояния выполнены резьбовые отверстия 4, определяющие вертикальное крепление тукопровода 2. В нижние отверстия задней стороны стойки к отверстиям присоединены лево- и правосторонние распределители туков 5, выполненные в виде пластин, с углом отклонения 20–35° к боковой стенке борозды, образываемой клинообразной стойкой. Длина пластины определяется зоной смыкания почвы (рис. 1) [3–5].

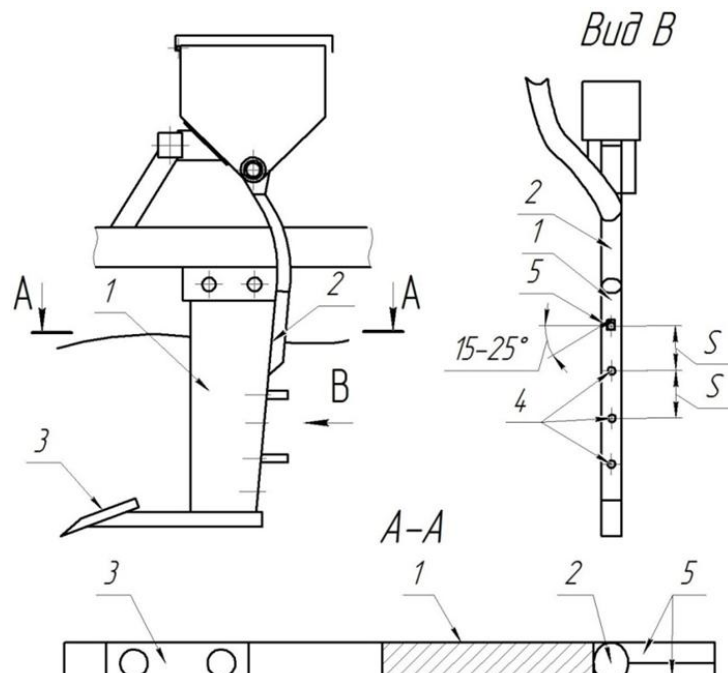


Рисунок 1. Рабочий орган орудия для мелиоративной чизельной обработки почвы:

А) вид сбоку; В) вид сзади; А-А) вид сверху

Figure 1. Tool actuator for reclamation chisel tillage:

А) side view; В) rear view; А-А) top view

Основное преимущество предложенного почвообрабатывающего агрегата заключено в способности эффективного распределения

удобрений по глубине в вертикальной плоскости от 0,1 до 0,35 м. Данная технология внесения минеральных удобрений эффектив-

на в условиях засушливого климата, например, таких как Волгоградский регион. Большинство современных машин для глубокой обработки почвы не имеют встроенных механизмов для внесения мелиорирующих веществ и их равномерного распределения по задаваемой глубине. Однако именно в этом слое, куда доставлены удобрения, корневая система растений развивается особенно интенсивно.

В условиях засушливых климатических условий внесение удобрения на глубину от 0,05 до 0,15 м в почву или распределение поверхностно негативно сказывается на выживаемости растений. Это связано с нарушением водного баланса в корневой системе. В результате растения хуже усваивают питательные вещества, что отрицательно сказывается на росте и адаптации. Внесение минеральных удобрений на глубину 0,25–0,4 м способствует развитию и укреплению корневой системы. Благодаря этому растения получают возможность эффективнее усваивать питательные вещества, где обычно влага содержится в больших объемах [5]. Предлагаемая технология глубокой обработки почвы с одновременным внесением минеральных удобрений в почву и дифференцированным распределением по глубине играет ключевую роль в современных агротехнологиях.

Агрегат работает следующим образом. При подготовке агрегата к работе минеральные удобрения засыпают в туковые бункеры и устанавливают норму внесения. В поле при движении агрегата его рабочие органы заглубляются в почву, и при установившемся движении долото разрезает пласт почвы, а клиновидная стойка раздвигает ее в боковые стороны. Образующаяся при этом зона рыхления имеет вид трапециевидной щели с боковыми стенками. Боковые стенки формируются в результате воздействия рабочего органа на почву. Через определённый промежуток времени за счет релаксации они смыкаются. Одновременно из бункера минеральные удобрения подаются к тукопроводу, который направляет этот поток гранул к распределительным пластинам, ограничивающим движение и задерживающим удобрения на заданной глубине. В результате восстановления сжатого слоя почвы за рабочим органом образуется слой почвы с заданным диапазоном

распределения удобрений по глубине [4, 5]. Регулирование количества удобрений по слоям почвы осуществляется величиной наклона распределительных пластин 5. Количество отверстий 4 определяет требуемую равномерность распределения удобрений по слоям почвы и обеспечивает требуемое расположение в корнеобитаемом слое, что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур [5].

Предложенное орудие можно применять не только в технологиях возделывания полевых культур, но и при выполнении глубокой обработки почвы в садах. При этом оно может использоваться для подрезания корневой системы с целью увеличения продуктивности и качества получаемой продукции с одновременным внесением питания непосредственно в корневую систему садовых деревьев (рис. 2) [3–5].

Результаты исследования. Исследование корневой системы яблони сорта Соперница проводилось на подвое 54–118 (рис. 3).

Основная часть обрастающих корней (82–84%) по длине размещается в верхних трех горизонтах почвы, и незначительное их количество проникает глубже.

На рисунке 4 показано соотношение корневой системы по массе после подрезки, что позволяет сравнить данные соотношения с длиной порезанных корней по глубине залегания.

Полускелетные и скелетные корни в контроле размещались в горизонтах от 20–80 см с преобладанием на глубине 40–60 см, что подтверждается исследованиями А. Д. Ахметова [6]. В варианте с подрезкой корней абсолютное большинство этих корней располагается в горизонте 40–60 см [7, 8]. Отмечено, что после подрезки глубина залегания корней меньше. В отношении размещения массы корней в почве в вертикальном направлении результаты как в контроле [9]. Так, в варианте подрезки корней наблюдается такая же закономерность, какая была отмечена при рассмотрении длины корней.

Большой интерес представляет изучение размещения корней в почве в горизонтальном направлении, так как с этим связано минеральное, водное, воздушное питание растений, что, в свою очередь, влияет на продуктивность [10–12] (табл. 1).



a

b



c

Рисунок 2. Почвообрабатывающее орудие при выполнении технологических операций во фруктовом саду (на примере яблоневого сада), НП «Агробиотехнологии» Волгоградского ГАУ, 2024 год: a – внесение минеральных удобрений в яблоневом саду; b – подрезание корневой системы во фруктовом саду; c – рабочий орган для глубокой мелиоративной обработки почвы на операции по подрезанию корневой системы

Figure 2. Tillage tool during technological operations in an orchard (using the example of an apple orchard), NP "Agrobiotechnology" of the Volgograd SAU, 2024: a – application of mineral fertilizers in an apple orchard; b – pruning the root system in the orchard; c – working body for deep reclamation tillage for operations to trim the root system

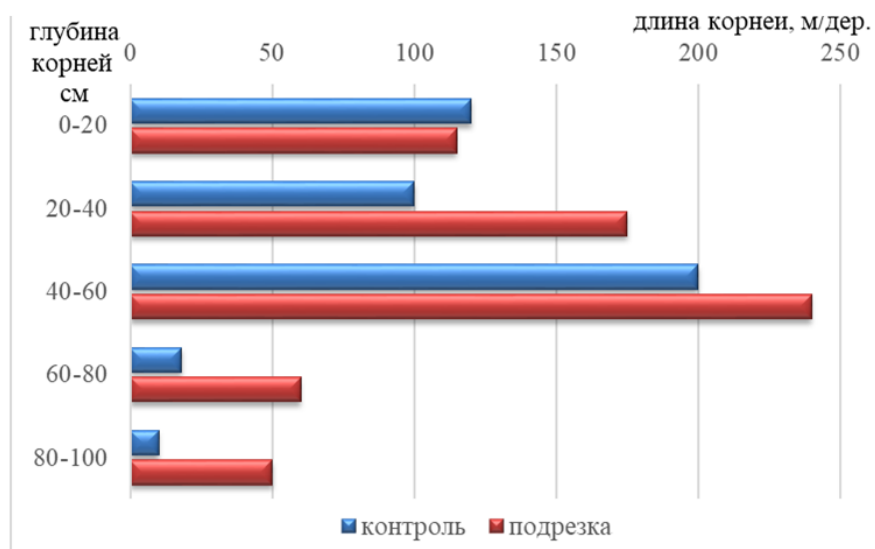


Рисунок 3. Размещение корней по глубине профиля почвы (по длине на дерево, контроль и после подрезки). Сорт Соперница на подвое 54–118, схема посадки 5×3 м, 2024 г.

Figure 3. Placement of roots along the depth of the soil profile (along the length per tree, control and after trimming). Variety Rival on the stock 54–118, planting scheme 5×3 m, 2024

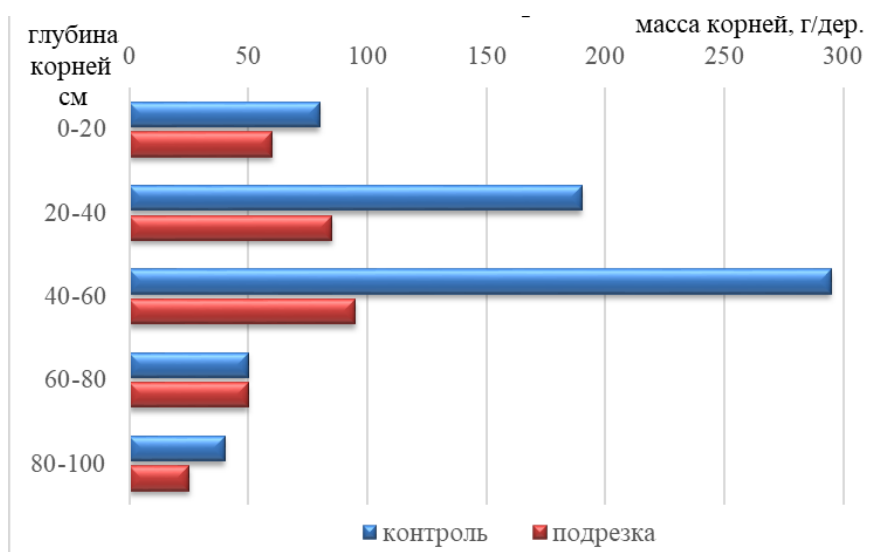


Рисунок 4. Размещение корней по глубине профиля почвы (по массе на дерево, контроль и после подрезки). Сорт Соперница на подвое 54–118, схема посадки 5×3 м, 2024 г.

Figure 4. Placement of roots along the depth of the soil profile (by mass per tree, control and after trimming). Variety Rival on the stock 54–118, planting scheme 5×3 m, 2024

Таблица 1. Развитие корневой системы деревьев сорта Соперница в 6-летнем возрасте подвой 54–118, схема посадки

Table 1. Development of the root system of trees of the variety Rival at the age of six, rootstock 54–118, planting scheme

Варианты	Диаметр корней, мм			Всего
	до 3	3-5	свыше 5	
Длина корней, м/дерево				
Контроль	549,8	6,2	6,2	562,2
После подрезки	673,9	16,8	1,8	692,5
Масса корней в г/дерево				
Контроль	266,9	91,3	34,3	701,5
После подрезки	330,2	195,0	69,7	594,9

Наблюдения показывают, что у деревьев сорта Соперница, привитых на подвое 54–118 в 6-летнем возрасте, в контроле корни по полученным данным более развиты, чем у тех, у которых проводили подрезку корней. В горизонтальном направлении больше всего корней находится в секторе 0–50 см (51%). По мере удаления от штамба их длина уменьшается до 12%. В варианте с подрезкой корней в горизонтальном направлении размещения корней аналогичны тем же изменениям, что и в контроле [10].

Проведение технологической операции обрезки корневой системы с одновременным внесением минеральных удобрений позволило увеличить продуктивность плодов фруктового дерева в последующий год на 11% (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность сорта Соперница на подвое 54–118 в 6-летнем возрасте в зависимости от подрезки корней, 2024 г., т/га

Table 2. Yield of the variety Rival on the rootstock 54–118 at the age of 6, depending on root trimming, 2024, t/ha

Схема посадки	Варианты	Урожай, 2024 г.	Урожай, 2025 г.
5×3 м	Контроль	7,2	7,0
	Подрезка корней	6,1	7,8

Выводы. Операция по подрезке корневой системы в садах (на примере яблоневого сада) особенно рекомендуется для деревьев, характеризующихся пониженной силой роста и сниженной продуктивностью. Обрезка корней положительно влияет на физиологическое состояние яблони и способствует повышению интенсивности цветения и урожайности в следующем году. В целом обрезку корней следует проводить с учетом многочисленных факторов: почвенных, климатических, технологических. Для подрезания кор-

невой системы плодовых деревьев рекомендуется применять чизельные рабочие органы с одновременным внесением минеральных удобрений с заданным распределением в вертикальной плоскости (патент на изобретение 2747144). Такой комплексный подход способствует сокращению технологических опе-

раций за счет совмещения подрезания корневой системы и внесения удобрений за один проход. А сам технологический прием подрезания корневой системы способствует увеличению длины и массы корней, что позволяет деревьям использовать почвенную влагу из низких слоев почвенного горизонта.

Список литературы

1. Health and Characteristics of Australian Apple Growing Soils / M. Hardie, G. Oliver, W. Cotching [et al.] // *Applied and Environmental Soil Science*. 2024. Vol. 2024. No 4. Pp. 1–15. DOI: 10.1155/2024/9479986
2. Baveye P.C. Bypass and hyperbole in soil research: Worrisome practices critically reviewed through examples // *European Journal of Soil Science*. 2020. Vol. 72. No 1. Pp. 1–20. DOI: 10.1111/ejss.12941 EDN: QVPQFI
3. Оценка эффективности технологии полосной обработки почвы / И. Б. Борисенко, О. Г. Чамурлиев, Г. О. Чамурлиев, М. В. Мезникова // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. 2018. Т. 13. № 3. С. 194–206. DOI: 10.22363/2312-797X2018-13-3-194-206. EDN: XYTHUT
4. Модульное почвообрабатывающее орудие / И. Б. Борисенко, Д. В. Скрипкин, М. В. Мезникова, Д. А. Бобриков // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2021. № 3(63). С. 318–327. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-33. EDN: YKCFM
5. Техническое устройство для распределения минеральных удобрений по глубине обработки почвы / И. Б. Борисенко, Д. В. Скрипкин, М. В. Мезникова, Д. В. Бобриков // *Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 09–11 февраля 2022 года / Волгоградский государственный аграрный университет. Том V. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. С. 146–150. EDN: CXNBSD*
6. Ахмедов А. Д., Арабзаде А. А. Изучение корневых систем интродуцированных видов яблони (*Malus Mill*) на Абшероне // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2012. № 3(27). С. 14–18. EDN: PCXKRR
7. Ахмедов А. Д. Характер распределения корневой системы яблони при внутрипочвенном орошении // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2008. № 3(11). С. 23–26. EDN: MQQAGJ
8. Ахмедов А. Д., Акутнева Е. В. Распределение корневой системы яблони при внутрипочвенном орошении // *Аграрная наука*. 2004. № 6. С. 26. EDN: PLRBHD
9. Кременской В. И., Иванютин Н. М. Развитие корневой системы яблони при внутрипочвенном и капельном орошении // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2016. № 4(44). С. 118–126. EDN: XHPTYL
10. Корневая система яблони при разных типах почвы / Б. С. Гегечкори, А. А. Кладь, В. Г. Кладь, С. Ю. Орленко // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2012. № 5. С. 25–27. EDN: PBRNHV
11. Кременской В. И., Иванютин Н. М. Технология внутрипочвенного и капельного полива с разными объемами локального увлажнения плодового яблоневого сада // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2017. № 2(46). С. 151–158. EDN: ZRTDFP
12. 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

References

1. Hardie M., Oliver G., Cotching W. [et al.]. Health and Characteristics of Australian Apple Growing Soils. *Applied and Environmental Soil Science*. 2024;2024(4):1–15. DOI: 10.1155/2024/9479986

2. Baveye P.C. Bypass and hyperbole in soil research: Worrying practices critically reviewed through examples. *European Journal of Soil Science*. 2020;72(1):1–20. DOI: 10.1111/ejss.12941
3. Borisenko I.B., Chamurliiev O.G., Chamurliiev G.O., Meznikova M.V. Efficiency estimation of striptill soil processing technology. *RUDN journal of agronomy and animal industries*. 2018;(13).3:194–206. (In Russ). DOI: 10.22363/2312-797X2018-13-3-194-206. EDN: XYTHUT
4. Borisenko I.B., Skripkin D.V., Meznikova M.V., Bobrikov D.A. Modular tillage tool. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2021;3(63):318–327. (In Russ). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-33. EDN: YKCFM
5. Borisenko I.B., Skripkin D.V., Meznikova M.V., Bobrikov D.A. Technical device for distributing mineral fertilizers by tillage depth. *Innovacionnye tekhnologii v agropromyshlennom komplekse v usloviyah cifrovoj transformacii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Volgograd, 09–11 fevralya 2022 goda* [Innovative technologies in the agro-industrial complex in the context of digital transformation: materials of the International Scientific and Practical Conference, Volgograd, 09–11 February 2022. Volgograd State Agrarian University. Volume V]. Volgograd: Volgogradskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2023:146–150. (In Russ). EDN: CXNBSD
6. Akhmedov A.D., Arabzade A.A. Study of the root systems of introduced species of apple trees (*Malus Mill*) on Absheron. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2012;3(27):14–18. (In Russ). EDN: PCXKRR
7. Akhmedov A.D. The nature of the distribution of the root system of apple trees during intra-soil irrigation. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2008;3(11):23–26. (In Russ). EDN: MQQAGJ
8. Akhmedov A.D., Akutneva E.V. Distribution of apple-tree root system on intersoil watering. *Agrarian science*. 2004;(6):26. (In Russ). EDN: PLRBHD
9. Kremenskaya V.I., Ivanyutin N.M. Development of the apple tree root system with soil and drip irrigation. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2016;4(44):118–126. (In Russ). EDN: XHPTYL
10. Gegechkori B.S., Kladh A.A., Kladh V.G., Orlenko S.Yu. Root system of apple tree at various types of soil. *Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk*. 2012;(5):25–27. (In Russ). EDN: PBRNHB
11. Kremenskaya V.I., Ivanyutin N.M. Technology of soil and drip irrigation with different volumes of local moistening of the fruit apple orchard. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2017;2(46):151–158. (In Russ). EDN: ZRTDFD
12. Borisenko I.B., Meznikova M.V., Sokolov D.A. Selective impact technology as an implementation of green economy principles in row crop production. *Don agrarian science bulletin*. 2023;3(63):16–26. (In Russ). DOI: 10.55618/20756704_2023_16_3_16-26. EDN: GNNXBT

Сведения об авторах

Борисенко Иван Борисович – заслуженный изобретатель РФ, доктор технических наук, главный научный сотрудник, профессор, заведующий кафедрой 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, старший научный сотрудник центра разработки и апробации сельскохозяйственных машин и оборудования НИИ фундаментальных и прикладных агроботехнологий, 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 агроботехнологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования, SPIN-код: 3628-3127

Рыбинцев Александр Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий центром экологического испытания, селекции и питомниководства плодово-ягодных культур и лекарственных трав НИИ фундаментальных и прикладных агроботехнологий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

Information about the authors

Ivan B. Borisenko – Honored Inventor of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Professor, Head of the 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, Senior researcher of the center for development and approbation of agricultural machinery and equipment at the Research Institute of Fundamental and Applied Agro-biotechnologies, 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 for 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

Alexander I. Rybintsev – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Center for Environmental Testing, Breeding and Nursery of Fruit and Berry Crops and Medicinal Herbs Institute of Fundamental and Applied Agro-biotechnologies, Volgograd State Agrarian 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 заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 13.01.2026;
одобрена после рецензирования 10.02.2026;
принята к публикации 17.02.2026.*

*The article was submitted 13.01.2026;
approved after reviewing 10.02.2026;
accepted for publication 17.02.2026.*

Научная статья

УДК 631.516

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-68-75

Комбинированная приствольная фреза для террасного сада

Артур Мухамедович Егожев^{✉1}, Аскер Артурович Егожев²,
Хасан Асланович Апхудов³

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

^{✉1}artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107>

²egozhev2017@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-7791>

³aphudov07@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-0134-0444>

Аннотация. В условиях южных регионов России перспективным является освоение и ввод в оборот склоновых земель с благоприятными микроклиматом. Однако существующие способы механической обработки приствольных полос ограничивают использование склоновых земель под плодовые насаждения ввиду невозможности подхода к приствольной полосе с двух сторон. Применяемые в садах техника и технологии в условиях склоновых земель должны решать ряд ключевых задач, направленных на оптимизацию агрономических процессов. Важнейшими из них являются повышение аэрации почвы, разрушение дождевых каналов для эффективного стока воды, а также снижение энергетических и материальных затрат на единицу произведенной продукции. Для достижения этих целей необходимо разрабатывать и внедрять машины, которые обеспечивают полную механическую обработку почвы приствольной полосы за один проход. Это позволит не только сократить время и трудозатраты на обработку, но и улучшить состояние почвы, что, в свою очередь, положительно скажется на урожайности. Следовательно, разработка и внедрение новых механизмов и машин для полной механической обработки с одновременным внесением минеральных удобрений в приствольную полосу за один проход являются актуальными. В настоящем исследовании предлагается двухроторная комбинированная садовая фреза, конструктивная особенность которой позволяет произвести обход штамба дерева полностью за один проход по ряду.

Ключевые слова: двухроторная фреза, приствольная полоса, механическая обработка, штамп дерева, терраса

Для цитирования: Егожев А. М., Егожев А. А., Апхудов Х. А. Комбинированная приствольная фреза для террасного сада // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 68–75. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-68-75

Original article

Combined barrel milling cutter for terraced garden

Artur M. Egozhev^{✉1}, Asker A. Egozhev², Khasan A. Apkhudov³

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

^{✉1}artyr-egozhev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4220-9107>

²egozhev2017@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2977-7791>

³aphudov07@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-0134-0444>

Abstract. In the conditions of the southern regions of Russia, the development and commissioning of sloping lands with a favorable microclimate is promising. Using lands for fruit plantations significantly limits the methods of mechanical processing of trunk strips, since it becomes necessary to approach the trunk strip from one side. The techniques and technologies used in gardens in conditions of sloping lands should solve a number of key tasks aimed at optimizing agronomic processes. The most important of these are increased soil aeration, the destruction of rain channels for efficient water flow, as well as reducing energy and material costs per unit of production. To achieve these goals, it is necessary to develop and implement machines that provide complete mechanical tillage of the trunk strip in one pass. This will not only reduce the time and labor required for processing, but also improve the condition of the soil, which in turn will have a positive effect on yields. Therefore, the development and implementation of new mechanisms and machines for complete mechanical processing with simultaneous application of mineral fertilizers to the trunk strip in one pass is relevant. A two-rotor combined garden milling cutter is proposed, the design feature of which allows bypassing the tree trunk completely in one pass along the row.

Keywords: two-rotor milling cutter, barrel strip, mechanical processing, tree stalk, terrace

For citation: Egozhev A.M., Egozhev A.A., Apkhudov K.A. Combined barrel milling cutter for terraced garden. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;(51):68–75. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-68-75

Введение. В Российской Федерации наблюдается дефицит плодов, который составляет примерно 2 миллиона тонн в год. Кабардино-Балкарская Республика (КБР) занимает важное место на отечественном рынке фруктов. В отличие от многих других секторов агропромышленного комплекса, садоводство в КБР стало настоящим двигателем экономического роста и визитной карточкой региона [1].

С введением продовольственного эмбарго в 2014 году открылся ряд новых возможностей для увеличения объемов производства и захвата доли Российского рынка, которая ранее была преимущественно заполнена импортными товарами [1–3]. До 71% территории КБР располагается в северной и центральной части большого Кавказа и на охватываемой равнине, занятой возвышенностями и горными хребтами [4]. Поддержка садоводов республики, работающих в горных и предгорных районах, осуществляется за счет средств областного и федерального бюджетов.

За последнее десятилетие на обширных территориях горных склонов созданы искусственные сады, также планируется дальнейшая поддержка садоводов путем закладки садов на площади более 6000 га [3].

Террасирование как метод создания ступенчатых площадок для посадки деревьев становится все более актуальным. Данный подход не только способствует эффективно-му использованию земельных ресурсов, но

и помогает предотвратить эрозию почвы, что особенно важно в горных районах [5].

Основной парк машин и орудий, используемых для равнинного садоводства, не подходит для полной обработки приствольных полос из-за невозможности подхода техники с обеих сторон вдоль линии ряда. Низкоэффективной является также прополка приствольной полосы из-за больших затрат физической силы и времени на обработку. Ведение садоводства в условиях склоновых земель существенно усложняет применение традиционных средств механизации, при этом повышаются требования к содержанию почв.

Применяемые в садах техника и технологии в условиях склоновых земель должны решать ряд ключевых задач, направленных на оптимизацию агрономических процессов. Важнейшими из них являются повышение аэрации почвы, разрушение дождевых каналов для эффективного стока воды, а также снижение энергетических и материальных затрат на единицу произведенной продукции [6, 7]. Для достижения этих целей необходимо разрабатывать и внедрять машины, которые обеспечивают полную механическую обработку почвы приствольной полосы за один проход. Это позволит не только сократить время и трудозатраты на обработку, но и улучшить состояние почвы, что, в свою очередь, положительно скажется на урожайности плодовых культур.

Цель исследования – обоснование конструктивно-технологических параметров и разработка комбинированной садовой фрезы для полной обработки приствольных полос с одновременным внесением минеральных удобрений в условиях террасы.

Задачи исследования:

– разработать новую конструкцию комбинированной двухроторной фрезы для полной механической обработки приштамбовой зоны и внесения удобрений за один проход;

– теоретически обосновать оптимальные конструктивно-технологические параметры предлагаемой конструкции комбинированной фрезы.

Материалы, методы и объекты исследования. *Объект исследования:* процесс обхода рабочим органом комбинированной фрезы вокруг штамба дерева, опытный образец фрезы для обработки приштамбовой зоны и внесения удобрений на террасированных склонах. *Методы исследования:* теоретические исследования проводились с использованием существующих законов теоретической механики и математического анализа.

Результаты исследования. Для молодых плодоносящих деревьев удобрения следует вносить в приствольный круг или его зону, которая расширяется за пределы корней и составляет примерно на 50% больше проекции кроны. У взрослых деревьев пределы приствольного круга совпадают с границами их кроны [5]. Объем удобрений, который необходимо вносить, зависит от возраста сада, состояния почвы и ранее примененных минеральных или органических удобрений. В среднем рекомендуется использовать 4–6 кг органических удобрений и 0,5–1 кг минеральных удобрений на квадратный метр приствольной зоны дерева каждый год.

При условии регулярного внесения достаточного количества органических удобрений дозу минеральных можно уменьшить вдвое.

Представляем двухроторную комбинированную садовую фрезу, конструктивная особенность которой заключается в возможности полного обхода штамба дерева за один проход по ряду [8] (рис. 1).

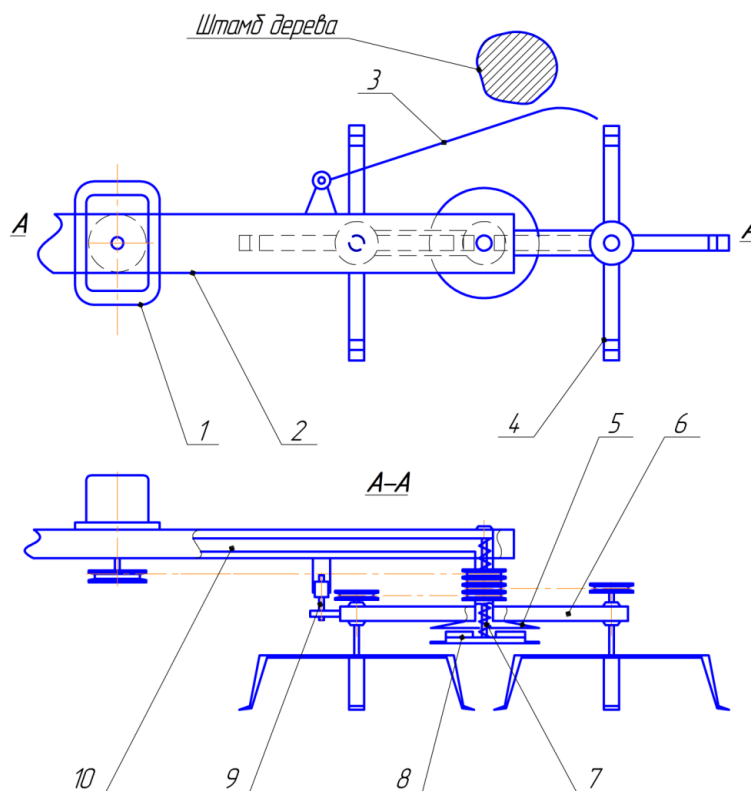


Рисунок 1. Двухроторная комбинированная садовая фреза (пат. № 229082)
Figure 1. Twin-rotor combination garden tiller (Patent No. 229082)

Данная машина разработана для работы с тракторами класса 0,6–1,4 и подходит как для тяжелых, так и для средних по структуре почв [9].

Расположение двух фрезерных роторов вместе с центробежным разбрасывателем удобрений, установленным на приводном валу, обеспечивает эффективную обработку зоны вокруг штамба дерева. Это достигается благодаря действию силы реакции ножей фрезы на почву, позволяющему выполнить полную обработку за один проход агрегата и одновременно вносить минеральные удобрения.

Во время работы агрегата фрезерные роторы расположены по одну сторону от линии ряда. Поворотный фрезерный брус удерживается от свободного вращения специальным механизмом управления 9, который взаимодействует с сигнальным щупом 3. При функционировании роторов удобрение равномерно распределяется по поверхности почвы, с помощью центробежного разбрасывателя одновременно заделываясь в почву ножами фрезы. Подача удобрения на разбрасыватель

осуществляется через вертикальный винтовой шнек, расположенный на одной оси с разбрасывателем.

Когда агрегат приближается к дереву, щуп 3 соприкасается со штамбом, отклоняется и активирует механизм управления поворотным брусом. В результате поворотный брус с двумя фрезерными роторами под действием сил реакции ножей начинает вращаться относительно центральной оси. Это вращение достигает 180 градусов, полностью обрабатывая зону вокруг штамба дерева.

После схода сигнального щупа 3 со штамба дерева поворотный брус фиксируется механизмом управления 9 в рабочем положении, обрабатывая приствольную полосу на всю ширину до следующего штамба.

После соприкосновения щупа со следующим штамбом процесс повторяется полностью.

На рисунке 2 приводится показатель качества работы двухроторной комбинированной фрезы.

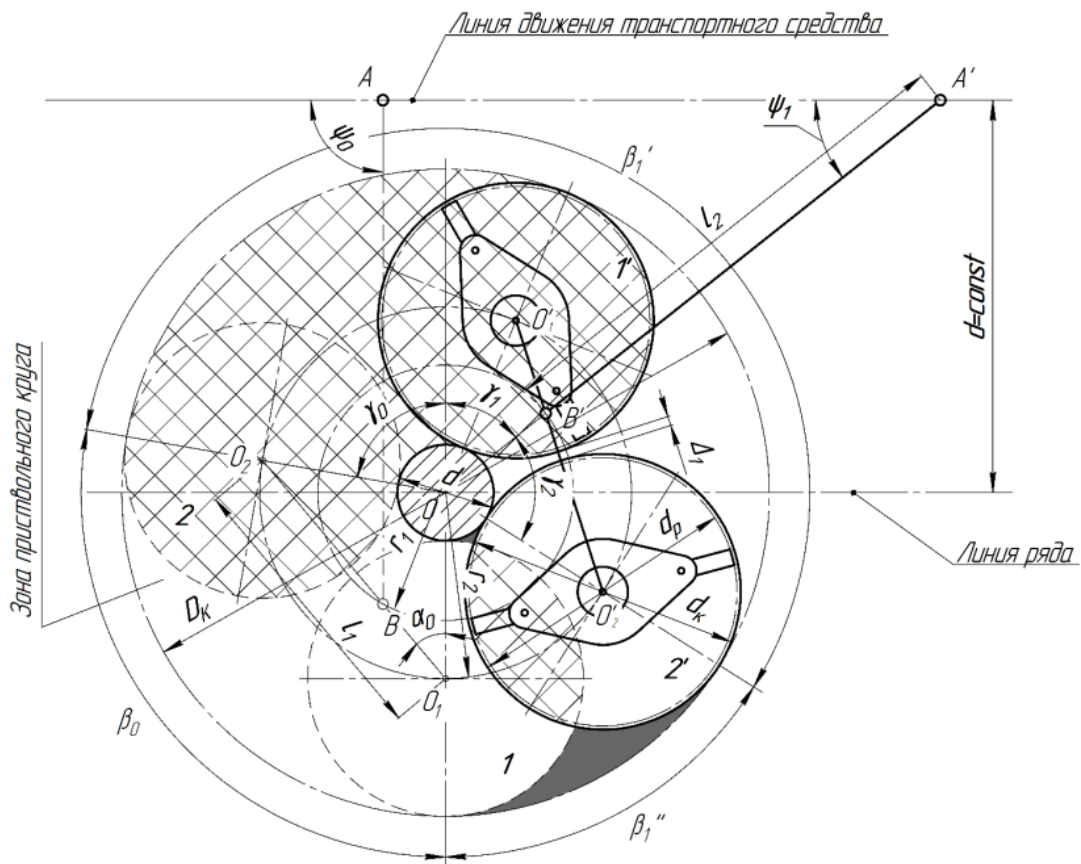


Рисунок 2. Конструктивно-технологическая схема фрезы на первом этапе при $l_{AB} = const$
 Figure 2. Structural and technological diagram of the cutter at the first stage with $l_{AB} = const$

Полнота фрезерованной вокруг штамба площади S_o , % – это отношение площади, обработанной полностью вокруг штамба, к площади, подлежащей обработке:

$$S_o = \frac{S_o}{S_o + S_H} \cdot 100, \quad (1)$$

где

S_o – площадь приствольного круга, обработанная фрезерными роторами, м²;

S_H – площадь приствольного круга, не обработанная фрезерными роторами м².

Эффективность работы фрезы обеспечивается при соблюдении следующего условия:

$$S_o = S_k, \quad (2)$$

где

S_k – площадь приствольного круга, м².

Площадь приствольного круга, обрабатываемая роторами, определяется по формуле:

$$S_1 = \frac{\pi(R^2 - r^2)}{360} \cdot \beta + \pi r_p^2, \quad (3)$$

где

$R = 0,5D_k$ – радиус наружной точки режущей кромки ножа, м;

$r = 0,5d$ – радиус по внутренней точке режущей кромки ножа, м;

$r_p = 0,5d_p$ – радиус ротора с режущими сегментами, м;

β – угол обхода роторами приствольного круга, град.

Обработка площади вокруг штамба дерева определяется геометрическими характеристиками деталей выносной поворотной секции, включая диаметр фрезерных роторов, а также величиной обхвата приствольной зоны.

Работа центробежного устройства для разбрасывания удобрений происходит в два основных этапа. На первом этапе частицы располагаются на рабочей поверхности диска. Второй этап начинается, когда частицы достигают необходимой скорости вращения, покидают диск и начинают свободно перемещаться до соприкосновения с почвой.

Чтобы частица оставалась на поверхности диска, центробежная сила должна быть равной или превышать силу трения. Рассмотрим движение частиц, имеющих массу m , по поверхности равномерно вращающегося диска с начальной скоростью, равной нулю (рис. 3). В данном случае на каждую частицу дейст-

вуют силы в плоскости диска: сила трения F и центробежная сила J_e , возникающая в результате вращения [10].

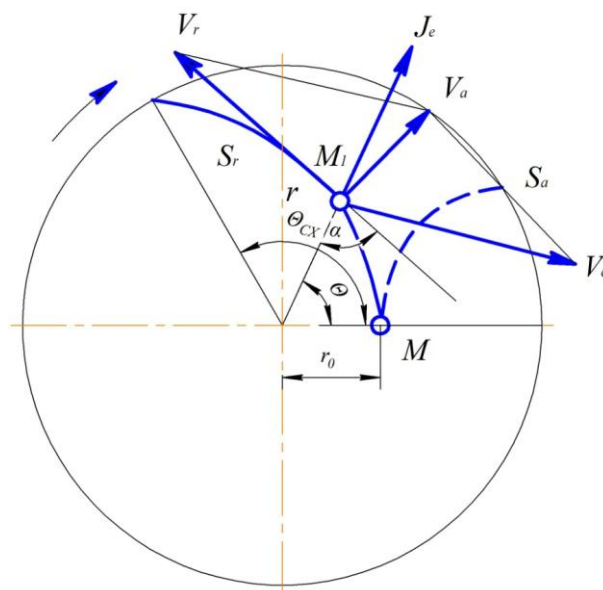


Рисунок 3. Схема движения частицы по гладкому вращающемуся диску ротора фрезы

Figure 3. Diagram of particle movement on a smooth rotating disc of a milling cutter rotor

Когда частицы достигают необходимой скорости и покидают поверхность диска, они начинают свободный полет. На этом этапе на частицы действуют только силы тяжести и сопротивления воздуха. Движение частиц можно описать с помощью уравнений движения, учитывающих начальную скорость и угол, под которым частицы покидают диск.

В процессе работы центробежного аппарата важно учитывать взаимодействие сил, действующих на частицы, как на поверхности диска, так и в свободном полете. Это позволит оптимизировать процесс обработки почвы, обеспечивая равномерное распределение частиц и эффективное внесение удобрений.

Точка М на диске обладает окружной скоростью $v_e = r_0\omega$, которую частица может достичь мгновенно при условии, что сила трения достаточна для удержания частицы в состоянии относительного покоя. В этом случае уравнение равновесия можно записать как:

$$J_e - F = 0. \quad (4)$$

Таким образом, условие для поддержания относительного покоя частицы можно выразить в виде неравенства:

$$f \geq \frac{r_0 \omega^2}{g};$$

минимальное число оборотов диска определится из выражения [9]:

$$\omega = \sqrt{\frac{fg}{r_0}} = \frac{\pi n_{min}}{30};$$

откуда

$$n_{min} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{fg}{r_0}}, \quad (5)$$

где

f – коэффициент трения между туком о диском;

g – ускорение свободного падения м/с²;

r_0 – расстояние от центра диска до точки М, где происходит подача тока, м.

При уменьшении числа оборотов диска частицы удобрения теряют способность перемещаться по его поверхности, что приводит к потере функции центрифуги.

Кинематические особенности движения частиц по спиралевидной траектории: когда частица отстает от диска, она начинает двигаться по спиралевидной траектории, описываемой логарифмической спиралью. Это происходит из-за недостатка силы трения, которая не может удержать частицу на поверхности диска. После того как частица покидает диск, на нее начинают действовать силы тяжести и сопротивления воздуха, что влияет на ее дальнейшее движение и траекторию. Понимание кинематики движения частиц, рассеивающихся с вращающегося диска, позволяет оптимизировать процессы внесения удобрений и других материалов в почву.

При вращении диска с угловой скоростью ω частица материала, находящаяся в точке М, будет перемещаться по поверхности диска с линейной скоростью v_r и через некоторое

время достигнет точки М₁. Если сила трения окажется недостаточной для удержания частицы на месте, она начнет отставать от диска, описывая спиралевидную траекторию S_r. П. М. Василенко предложил описывать эту кривую как логарифмическую спираль, уравнение которой имеет следующий вид:

$$r = r_0 e^{a\theta}, \quad (6)$$

где

r и θ – текущие полярные координаты;

$a = \text{ctg} \alpha = \text{const}$ (при этом α – угол между касательной к спирали и радиусом r , близкий к прямому).

Таким образом, логарифмическая спираль описывает математически движения частиц, которые не в состоянии оставаться на поверхности диска при заданной скорости вращения.

Выводы. Изготовлен опытный образец комбинированной фрезы для обработки приствольной полосы с одновременным внесением минеральных удобрений для проведения производственных испытаний.

Исследования показали, что при механической обработке приствольных полос с помощью поворотной фрезерной секции требуется соблюдение определенных размеров защитной зоны и штампа по линии ряда. Этого можно достичь при соотношении окружной и поступательной скоростей рабочих органов, равном $K=4,8$.

Механическая обработка приствольной полосы плодовых насаждений, осуществляемая с одновременным внесением минеральных удобрений, происходит за один проход агрегата вдоль ряда. При этом качество обработки приствольных полос соответствует агрономическим требованиям, что обеспечивает оптимальные условия для роста и развития растений.

Список литературы

1. Горное и предгорное садоводство требует кластерного подхода [Электронный ресурс]. URL: <https://nalchik.bezformata.com/listnews/gornoe-i-predgornoe-sadovodstvo/48751567/> (дата обращения: 28.01.2021).
2. Высокопродуктивные и экологически чистые технологии и технические средства по уходу за плодовыми насаждениями в горном садоводстве Кабардино-Балкарской Республики / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов [и др.]. Нальчик: КБГАУ, 2022. 187 с. EDN: BVIEYK

3. Райские сады на склоновых землях [Электронный ресурс]. URL: <https://nalchik.bezformata.com/listnews/rajskie-sadi-na-sklonovih-zemlyah/69534582/> (дата обращения: 12.03.2020).
4. Шомахов Л. А. Технологические и технические решения механизации возделывания плодовых культур на террасированных склонах: дисс. ... д-ра техн. наук (в виде научного доклада). Москва, 1996. 92 с.
5. Бакуев Ж. Х. Интенсификация садоводства КБР путем создания оптимальных типов и конструкций плодовых насаждений короткого цикла эксплуатации // Сборник завершенных научных работ в области АПК, рекомендуемых для внедрения в производство. Нальчик, 2006. С. 38–40.
6. Машина для обработки приствольных полос интенсивного сада на склоновых землях / А. К. Апажев, А. М. Егожев, Е. А. Полищук [и др.] // Сельский механизатор. 2024. № 6. С. 8–9. DOI: 10.47336/0131-7393-2024-6-8-9. EDN: ETWHNI
7. Двухроторный агрегат для обработки приствольных полос интенсивного сада / А. К. Апажев, А. М. Егожев, А. А. Егожев [др.] // Научные достижения и инновационные подходы в АПК: сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. Нальчик: КБГАУ, 2024. С. 43–46.
8. Патент 229082 Российская Федерация, МПК А01В 39/16. Комбинированная двухроторная садовая фреза / А. М. Егожев, А. К. Апажев, М. Х. Мисиров, Е. А. Полищук, А. А. Егожев, Х. А. Апхудов; заявитель ФГОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова». № 2024119255; заявл. 10.07.2024; опубл. 20.09.2024; Бюл. № 26.
9. Синекоков Г. Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. Москва: Машиностроение, 1977. 328 с.
10. Сельскохозяйственные машины / Б. Г. Турбин, А. Б. Лурье, С. М. Григорьев [и др.]; под редакцией профессора Б. Г. Турбина. Ленинград: Машиностроение, 1967. 578 с.

References

1. Mountain and foothill gardening requires a cluster approach [Electronic resource]. URL: <https://nalchik.bezformata.com/listnews/gornoe-i-predgornoe-sadovodstvo/48751567/> (accessed 28.01.2021). (In Russ.)
2. Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A., Khazhmetov L.M. [et al.]. *Vysokoproduktivnyye i ekologicheski chistyye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva po uhodu za plodovymi nasazhdeniyami v gornom sadovodstve Kabardino-Balkarskoj Respubliki* [Highly productive and environmentally friendly technologies and technical means for the care of fruit plantations in mountain horticulture of the Kabardino-Balkarian Republic]. Nalchik: KBGAU, 2022. 187 p. (In Russ.). EDN: BVIEYK
3. Paradise gardens on sloping lands [Electronic resource]. URL: <https://nalchik.bezformata.com/listnews/rajskie-sadi-na-sklonovih-zemlyah/69534582/> (accessed: 12.03.2020). (In Russ.)
4. Shomakhov L.A. *Tekhnologicheskie i tekhnicheskie resheniya mekhanizacii vozdeleyvaniya plodovykh kul'tur na terrasirovannykh sklonah: diss. ... d-ra tekhn. nauk (v vide nauchnogo doklada)* [Technological and technical solutions for the mechanization of cultivation of fruit crops on terraced slopes: diss. ... Doctor of Technical Sciences (in the form of a scientific report)]. Moscow, 1996. 92 p. (In Russ.)
5. Bakuev Zh.Kh. Intensification of horticulture in the KBR by creating optimal types and designs of short-cycle fruit plantings. *Sbornik zavershennykh nauchnykh rabot v oblasti APK, rekomenduemykh dlya vnedreniya v proizvodstvo* [Collection of completed scientific papers in the field of agro-industrial complex, recommended for implementation in production]. Nalchik, 2006. Pp. 38–40. (In Russ.)
6. Apazhev A.K., Egozhev A.M., Polishchuk E.A. [et al.]. Machine for processing trunk strips of intensive garden on sloping lands. *Sel'skij mekhanizator*. 2024;(6):8–9. DOI: 10.47336/0131-7393-2024-6-8-9. (In Russ.). EDN: ETWHNI
7. Apazhev A.K., Egozhev A.M., Egozhev A.A. [et al.] Two-rotor unit for processing tree trunk strips of an intensive orchard. *Nauchnye dostizheniya i innovacionnye podhody v APK: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konfe-rencii* [Scientific achievements and innovative approaches in the agro-industrial complex: collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference]. Nalchik: KBGAU, 2024. Pp. 43–46. (In Russ.)
8. Patent 229082 Russian Federation, IPC A01B 39/16. Combined two-rotor garden cutter. A.M. Egoev, A.K. Apazhev, M.Kh. Misirov, E.A. Polishchuk, A.A. Egozhev, Kh.A. Apkhudov; applicant FGOU VO «Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni V.M. Kokova». No. 2024119255; declared 10.07.2024; published 20.09.2024; Bull. No 26. (In Russ.)
9. Sineokov G.N., Panov I.M. *Teoriya i raschet pochvoobrabatyvayushchih mashin* [Theory and calculation of tillage machines]. Moscow: Mashinostroenie, 1977. 328 p.

10. Turbin B.G., Lurye A.B., Grigoriev S.M. [et al.] *Sel'skohozyajstvennyye mashiny; pod redakciej professora B.G. Turbina*. [Agricultural machinery; edited by Professor B.G. Turbin]. Leningrad: Mashinostroenie, 1967. 578 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

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

Егожев Аскер Артурович – ассистент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5389-1457

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

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

Asker A. Egozhev – Assistant Department of the energy supply of enterprises, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5389-1457

Khasan A. Apkhudov – Postgraduate student of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agricultural 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 07.11.2025;
одобрена после рецензирования 14.01.2026;
принята к публикации 21.01.2026.*

*The article was submitted 07.11.2025;
approved after reviewing 14.01.2026;
accepted for publication 21.01.2026.*

Научная статья
УДК 621.313.33
DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-76-84

Теоретическое обоснование и практические результаты реконструкции обмотки короткозамкнутого ротора асинхронного электродвигателя

Ирбек Хаджимуратович Есенов¹, Амур Григорьевич Фиапшев^{✉2},
Николай Ефимович Цопанов³, Таймураз Русланович Сатцаев⁴

^{1,3,4}Горский государственный аграрный университет, улица Кирова, 37, Владикавказ, Россия 362040

²Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

¹esenov1949@yandex.ru

^{✉2}energo.kbr@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3080-0901>

³nic1tsopanov1@bk.ru

⁴tamusatcaev1@gmail.com

Аннотация. Традиционный способ уменьшения пускового тока основан на увеличении активного сопротивления роторной цепи, что достигается изменением формы стержней – либо выполнением высоких и узких пазов (глубокий паз ротора), либо применением двойной клетки. Узкие стержни обладают высоким удельным сопротивлением, а связь между распределением тока и геометрией стержня опирается на эффект вытеснения тока: чем выше частота, тем сильнее ток смещается к периферии проводника. В работе рассматриваются особенности электромагнитных процессов в асинхронном электродвигателе с короткозамкнутым ротором при наличии «провалов» на пусковой ветви механической характеристики. На основе анализа распределения токов в роторной обмотке показано, что причиной возникновения указанных провалов является возбуждение токов высших гармоник, прежде всего пятой и седьмой, формирующих замкнутые пути внутри конструкции клеточной обмотки. Предложена модифицированная схема исполнения короткозамкнутой обмотки, исключающая образование таких паразитных контуров. Результаты экспериментального исследования подтверждают, что реконструкция ротора приводит к улучшению пусковых и механических характеристик асинхронного электродвигателя, снижая влияние высших гармонических составляющих и обеспечивая более устойчивую работу двигателя в переходных режимах.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, короткозамкнутая обмотка ротора, реконструкция ротора, пусковой момент, магнитопровод, механическая мощность

Для цитирования: Есенов И. Х., Фиапшев А. Г., Цопанов Н. Е., Сатцаев Т. Р. Теоретическое обоснование и практические результаты реконструкции обмотки короткозамкнутого ротора асинхронного электродвигателя // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 76–84. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-76-84

Original article

Theoretical justification and practical results of the reconstruction of the squirrel-cage rotor winding of an asynchronous motor

Irbek Kh. Yesenov¹, Amur G. Fiapshev^{✉2}, Nikolay E. Tsopanov³, Taimuraz R. Satsaev⁴

^{1,3,4}Gorsky State Agrarian University, 37 Kirov Street, Vladikavkaz, Russia, 362040

²Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

¹esenov1949@yandex.ru

^{✉2}energo.kbr@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3080-0901>

³nic1tsopanov1@bk.ru

⁴tamusatcaev1@gmail.com

Abstract. The traditional method of reducing the starting current is based on increasing the active resistance of the rotor circuit, which is achieved by changing the shape of the rods – either by making high and narrow grooves (deep rotor groove), or by using a double cage. Narrow rods have a high resistivity, and the connection between the current distribution and the geometry of the rod is based on the effect of current displacement: the higher the frequency, the more the current shifts to the periphery of the conductor. The study examines the electromagnetic processes occurring in an induction motor equipped with a squirrel-cage rotor in the presence of "dips" on the starting branch of its mechanical characteristic. Analysis of the current distribution within the rotor winding demonstrates that these irregularities are primarily caused by the excitation of higher-order harmonic currents, mainly the fifth and seventh, which form unintended closed loops inside the cage structure. A modified design of the squirrel-cage winding is proposed, eliminating the formation of such parasitic circuits. Experimental results confirm that the reconstructed rotor provides improved starting and mechanical characteristics, reduces the influence of higher harmonic components, and ensures more stable motor operation under transient conditions.

Keywords: asynchronous electric motor, short-circuited rotor winding, rotor reconstruction, starting torque, magnetic circuit, mechanical power

For citation: Yesenov I.Kh., Fiapshev A.G., Tsopanov N.E., Satsaev T.R. Theoretical justification and practical results of reconstructing the squirrel-cage rotor winding of an induction motor. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):76–84. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-76-84

Введение. Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутыми роторами широко применяются в различных отраслях, что обусловлено их простой конструкцией, высокой надёжностью и низкой стоимостью изготовления [1, 2]. Однако при эксплуатации в режимах пуска и повышенной нагрузки в ряде случаев наблюдаются характерные искажения механической характеристики, выражающиеся в виде «провалов» крутящего момента. Подобные отклонения затрудняют пуск двигателя, ухудшают устойчивость его работы и могут приводить к дополнительным тепловым и электромагнитным перегрузкам [3, 4].

Изучение причин возникновения таких провалов показывает, что определяющую роль играет распределение токов в короткозамкнутой роторной обмотке. Геометрия клеточной структуры ротора и особенности её электромагнитного взаимодействия с полем статора создают условия для возбуждения токов высших гармоник [5, 6]. Наибольшее влияние оказывают пятая и седьмая гармонические составляющие, формирующие локальные замкнутые контуры внутри обмотки. Наличие подобных контуров способствует появлению дополнительных потерь и снижению пускового момента двигателя.

Решение проблемы, связанной с устранением данных эффектов, имеет важное значе-

ние для повышения эффективности и надёжности асинхронных двигателей, особенно в системах, предъявляющих высокие требования к стабильности пуска [7, 8]. Одним из перспективных подходов является изменение конструкции короткозамкнутой обмотки ротора с целью исключения образования паразитных токовых цепей [9, 10].

Целью данного исследования является теоретическое обоснование влияния гармонических составляющих на форму механической характеристики асинхронного электродвигателя и экспериментальная проверка работоспособности модифицированной конструкции ротора, позволяющей устранить появление провалов на пусковой ветви.

Теоретическая часть исследования. Попытки устранить основные недостатки асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором ведутся с момента появления самой конструкции ротора (Г. Феррарис, Н. Тесла) и последующего перехода электродвигателей на трёхфазное питание (М. О. Доливо-Добровольский). Совершенствование роторов всегда опиралось на классические положения теории электрических машин и большое число экспериментальных данных. Для анализа процессов, происходящих в роторной и статорной цепях, используется фазовый ток статора, который определяется выражением:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_\mu + (-\dot{I}'_2), \quad (1)$$

где

\dot{I}_μ – ток намагничивания;
 \dot{I}'_2 – приведенный ток ротора.

Величина I_t обусловлена потерями в магнитопроводе и воздушном зазоре и в условиях нормальной работы конкретного двигателя является практически неизменной величиной, если отсутствует насыщение стали.

Приведенный ток ротора вычисляется по формуле:

$$\dot{I}'_2 = \dot{I}_2 / k_i, \quad (2)$$

где

\dot{I}_2 – действительный ток фазы ротора;
 k_i – коэффициент приведения.

Коэффициент k_i определяется конструктивными и обмоточными характеристиками машины:

$$k_i = \frac{m_1 \cdot W_1 \cdot k_{\theta 1}}{m_2 \cdot W_2 \cdot k_{\theta 2}} \cdot \frac{1}{k_c}, \quad (3)$$

где

m_1, m_2 – число фаз статора и ротора;
 W_1, W_2 – число витков в фазе;
 $k_{\theta 1}, k_{\theta 2}$ – коэффициенты распределения;
 k_c – коэффициент скоса пазов.

Для обычной «беличьей клетки» $m_2=z_2$ число витков получается равным одному проводнику, нередко $k_{\theta 2}=1,05$. При этих условиях коэффициент приведения принимает вид:

$$k_i = \frac{2m_1 \cdot W_1 \cdot k_{\theta 1}}{z_2 \cdot k_c}. \quad (4)$$

Действительный ток роторной обмотки выражается формулой:

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{E}_2}{\frac{r_2}{s} + jx_2}, \quad (5)$$

где

\dot{E}_2 – ЭДС ротора;
 r_2, x_2 – активное и индуктивное сопротивление обмотки ротора;
 s – скольжение ротора.

В рабочем режиме, когда $s \approx 0,02-0,05$, первое слагаемое в знаменателе доминирует, и действительный ток ротора оказывается очень малым. Однако при пуске ($s=1$) составляющая r_2/s уменьшается многократно, что и определяет значительную величину тока в режиме пуска.

Снижение тока ротора в момент пуска традиционно осуществляется увеличением активной составляющей сопротивления стержней и основано на эффекте вытеснения переменного тока к периферии в проводнике.

Реализация этого эффекта в асинхронном двигателе (АД) достигается посредством выполнения стержней высокими и узкими (глубокопазный ротор) или двойными (ротор с двойной беличьей клеткой). Высокие стержни могут выполняться в поперечном сечении прямоугольными или фигурными, в ряде случаев суживающимися к периферии ротора. В этом случае эффект снижения тока I_{2n} оказывается более значительным, так как существенно уменьшается эффективное сечение стержня, а, следовательно, возрастает $r_2(r'_2)$. В двойной «беличьей клетке» наружные (периферийные) стержни могут иметь меньшие поперечные сечения, чем внутренние (рабочие), и/или изготавливаться из материала с большим удельным сопротивлением. Такое конструктивное решение позволяет одновременно повысить пусковой момент асинхронной машины. Он вычисляется по известной формуле:

$$M_n = \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2 \cdot r'_2}{2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot \left[(r_1 + c_1 \cdot r'_2)^2 + (x_1 + c_1 \cdot x'_2)^2 \right]}, \quad (6)$$

где

p – число пар полюсов;
 f_1 – частота напряжения питания;
 c_1 – коэффициент, определяемый отношением напряжения холостого хода к номинальному (обычно $c_1 \approx 1,02-1,06$).

Перегрузочная способность двигателя:

$$\mu_m = \frac{M_m}{M_n}, \quad (7)$$

а максимальный момент:

$$\dot{I}_i \approx \frac{p \cdot m_1 \cdot U_1^2}{2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot c_1 \cdot (x_1 + c_1 \cdot x'_2)}, \quad (8)$$

практически не зависит от сопротивления r'_2 , а определяется скольжением в точке максимума момента:

$$S_m \approx \frac{c_1 \cdot r'_2}{x_1 + c_1 \cdot x_2}. \quad (9)$$

Таким образом, изменение активного сопротивления почти не влияет на перегрузочную способность, но сильно отражается на токах высших гармоник. Наибольшее влияние

оказывают пятая и седьмая гармоники: они создают в роторе замкнутые контуры («короткие цепи»), возникающие между ближайшими стержнями и участками торцевых колец, имеющими малое сопротивление [2, 3].

Именно наличие таких контуров обуславливает «провалы» на механической характеристике: токи высших гармоник возбуждают знакопеременные моменты, которые накладываются на основной вращающий момент.

Величина мгновенной ЭДС в стержне определяется выражением:

$$e_2 = -\left(L_2 \frac{di_2}{dt} + M_{12} \frac{di_1}{dt}\right), \quad (10)$$

где

L_2 – собственная индуктивность стержня;

M_{12} – взаимная индуктивность между статорной фазой и стержнем.

Второе слагаемое в (10) достигает максимума в зоне между полюсами статора, где $dt_1/dt = \max$, тогда как первое слагаемое практически достигает пика возле подполюсной зоны. Поэтому суммарная ЭДС оказывается максимальной, если стержни в этих зонах соединены последовательно, а её составляющие действуют согласованно.

При таких условиях ток основной гармоники в стержне становится максимальным, и активная составляющая тока определяет электромагнитный момент. Если же исключить возможность образования контуров, благоприятных для протекания токов высших гармоник, то их влияние резко уменьшается.

Эта гипотеза была проверена на машине мощностью 0,6 кВт, использовавшей неизменённую статорную обмотку. Ротор был изготовлен из изолированных медных стержней, соединённых в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 1.

Методика исследования. Опытные исследования проводились на образце асинхронного двигателя, для которого была изготовлена двухслойная обмотка ротора по схеме, представленной на рисунке 1 с изолированными стержнями. Базовая машина имела мощность 0,6 кВт (тип АОЛ22-2). Сечение и материал стержней подбирались таким образом, чтобы их активное сопротивление соответствовало параметрам литых алюминиевых элементов серийного ротора.

Обмотка формировалась из медных стержней 2 и 3, расположенных в пазах по-

парно. Концы стержней, вставленных в паз, соединялись со стержнями паза сдвинутого по периметру ротора на расстояние, равное половине полюсного деления (с сокращением шага, определяемым числом пазов ротора) согласно схеме.

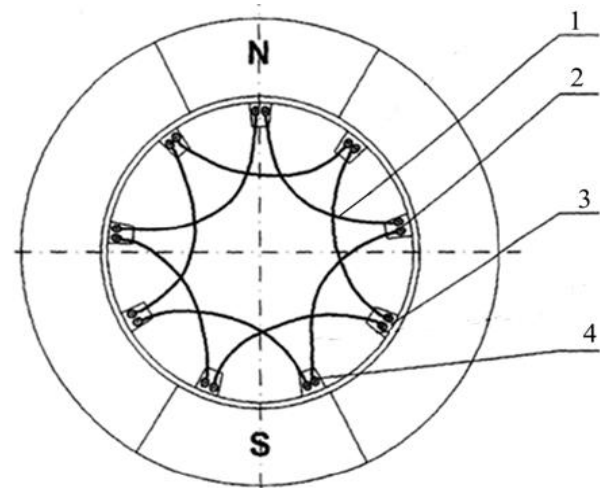


Рисунок 1. Схема соединения стержней ротора:

1 – стержень роторной обмотки; 2, 3 – концы последовательно соединённых стержней; 4 – пазы ротора

Figure 1. Rotor rods connection diagram:

1 – rotor winding rod; 2, 3 – ends of serially connected rods; 4 – rotor slots

Результаты исследования. Испытание асинхронного двигателя с реконструированным ротором показало заметное уменьшение потребляемого тока в режиме номинальной нагрузки. Так, по сравнению с серийным исполнением, ток снизился примерно на треть, при этом коэффициент мощности $\cos\phi$ также уменьшился.

Уменьшение $\cos\phi$ объясняется увеличением индуктивной составляющей сопротивления двигателя в целом и ротора в частности. Величина индуктивного сопротивления связана с относительной магнитной проницаемостью μ , а последняя определяется напряжённостью магнитного поля H . На рисунке 2 представлена зависимость относительной магнитной проницаемости электротехнических сталей от напряжённости магнитного поля.

Как видно, при снижении тока ротора уменьшается и поле H , что приводит к росту магнитной проницаемости ($\mu_2 > \mu_1$). При переходе из состояния 1 в состояние 2 (рис. 2) увеличивается индуктивность, а следовательно, и реактивная составляющая сопротивления.

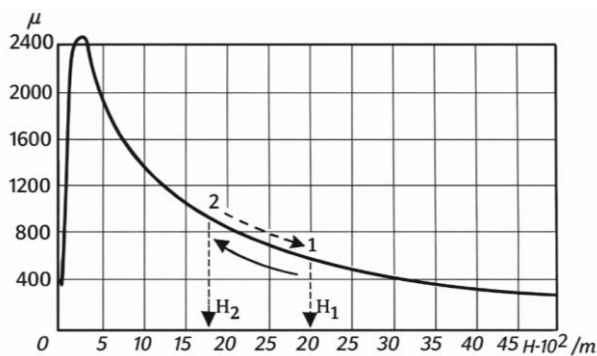


Рисунок 2. Характер изменения относительной магнитной проницаемости в функции напряженности магнитного поля электротехнических сталей
Figure 2. The nature of the change in relative magnetic permeability as a function of the magnetic field strength of electrical steels

Для восстановления исходной величины магнитного потока необходимо увеличить ток статора, что возможно только при повышении нагрузки на вал.

В ходе эксперимента установлено, что $\cos\phi$ достигает паспортного значения при нагрузке на вал двигателя в 1,65 раза выше номинальной. Мощность, соответствующая этому моменту, была предложена в качестве новой номинальной для двигателя с модернизированным ротором $P_{n(нов)}$.

По результатам испытаний построены зависимости: потребляемой мощности $P_{номп}=f(n)$, мощности на валу $P_2=f(n)$ для двигателя с серийным ротором и двигателя с модернизированным ротором (рис. 3).

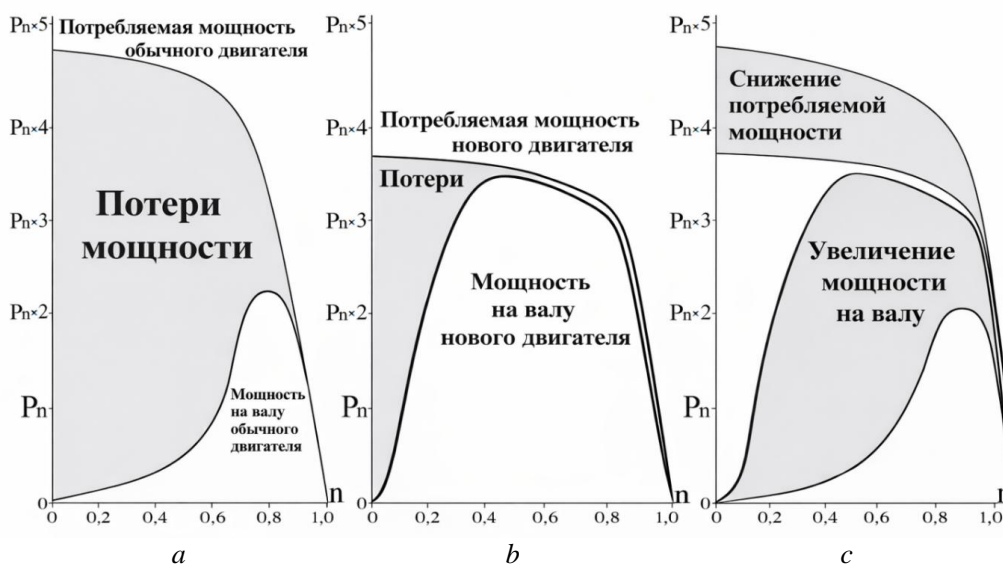


Рисунок 3. Зависимости потребляемой и выдаваемой на вал мощностей от частоты вращения:
 а – двигатель с серийным ротором; б – двигатель с реконструированным ротором;
 с – сравнительная характеристика

Figure 3. Dependence of power consumed and output to the shaft on the speed:

а – an engine with a serial rotor; б – engine with reconstructed rotor; с – comparative characteristics

Эти графики позволяют наглядно сравнить энергетические характеристики обеих машин, при этом статор оставался неизменным, что гарантирует корректность сопоставления.

Сравнение показывает:

- во всём диапазоне частот вращения потребляемая мощность у двигателя с новым ротором значительно меньше;
- механическая (выходная) мощность возрастает;
- достигается рост габаритной мощности до $1,65 P_{n(баз)}$.

Пусковой ток двигателя с модифицированным ротором снизился до $I_{n/нов}=0,63I_{n/баз}$, (кратность пускового тока базового двигателя $K_I=6,5$, у нового двигателя она составила порядка 4).

Пусковой момент исходного двигателя был равен $4,2 Н·м$, у двигателя с ротором новой конструкции $6,9 Н·м$.

Дополнительные исследования. Анализ пульсаций магнитного потока и мгновенных значений тока показал (рис. 4), что новая конструкция ротора снижает влияние высших гармоник. В частности:

- мгновенные значения токов становятся ниже;
- пиковые значения токов действуют заметно меньшую часть периода (около 1/3 вместо 1/2);
- суммарные потери энергии уменьшаются примерно в 9 раз, что согласуется с квадратичной зависимостью потерь от тока.

Проверка достоверности результатов была проведена на современных двигателях (например, АИРМ80В2, мощностью 2,2 кВт) в условиях ОАО «НИПТИЭМ» г. Владимир. Было подтверждено, что машина с реконструированным ротором имеет более «мягкую» механическую характеристику при увеличении перегрузочной способности (рис. 5).

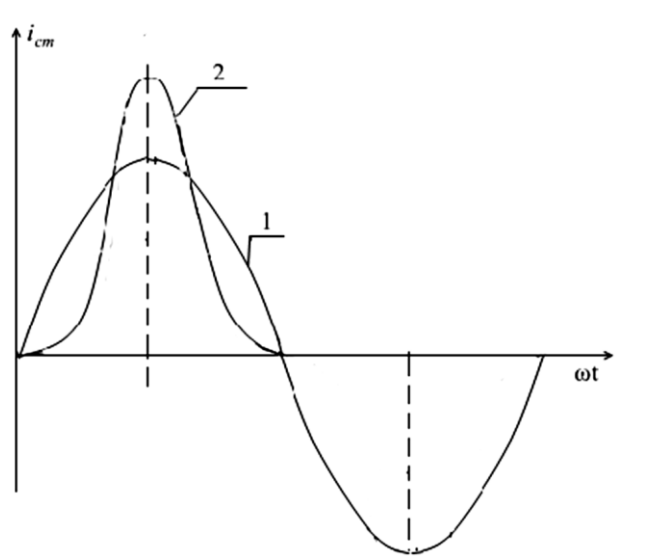


Рисунок 4. Характер тока в стержне ротора асинхронного двигателя:
1 – расчетная форма тока стержня; 2 – фактическая форма тока
Figure 4. The nature of the current in the rotor rod of an asynchronous motor:
1 – the calculated shape of the rod current; 2 – actual current shape

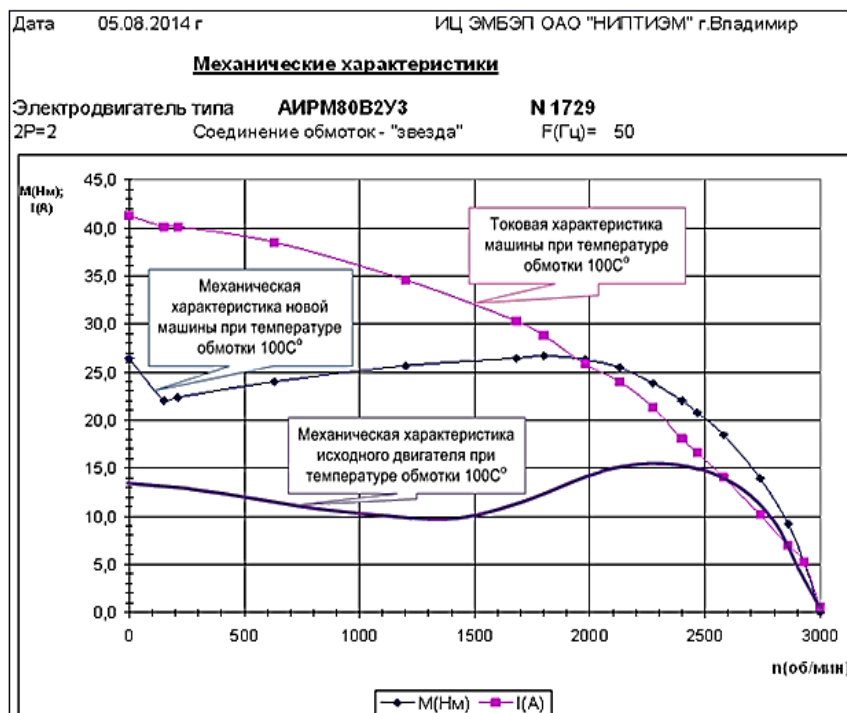


Рисунок 5. Результаты испытания двигателя ОАО «НИПТИЭМ»
Figure 5. NIPTIEM engine test results

По результатам сравнительного анализа установлено:

- пусковой момент увеличивается почти в 2 раза;
- минимальный момент выше в 2–2,2 раза;
- перегрузочная способность возрастает в 1,74 раза;
- частота вращения при максимальном моменте снижается, что делает характеристику более плавной.

Отмечено существенное снижение электромагнитного шума и уменьшение нагрева.

При нагрузке $3 \cdot M_{ном/баз}$ потери уменьшились более чем на 10%.

Секундная нагрузка достигала 400%, ограничиваясь лишь термостойкостью неизменной статорной обмотки.

В лабораторных условиях на базе электродвигателя НВА-55 (55 кВт) был изготовлен опытный образец ротора. Испытания показали:

- потребляемая мощность при включении в сеть 140 кВт (у базовой машины 270 кВт);
- пусковой ток 692 А (у исходного 936 А);
- номинальная мощность достигала около 90 кВт;
- при ПВ=40% мощность на валу достигала 120 кВт, а в секундном режиме – до 140 кВт.

Базовый двигатель в условиях ПВ=40% обеспечивал лишь 65 кВт, а при росте нагрузки до 75 кВт начинал перегреваться.

Это указывает на то, что модернизированный ротор способен успешно применяться в качестве тягового двигателя и в приводах подъемно-транспортных машин с повторно-кратковременными режимами.

Выводы. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором отличаются конструктивной простотой, технологичностью изготовления и высокой эксплуатационной надёжностью, что обусловило их широкое применение в приводах производственного и транспортного назначения.

1. Вместе с тем роторы традиционного исполнения имеют ряд характерных недостатков: сравнительно низкий пусковой момент, ограниченную перегрузочную способность, повышенную чувствительность к изменению нагрузки, а также трудности регулирования частоты вращения в установках с частыми пусками, реверсами и переменными режимами работы.

2. Значительная часть этих недостатков связана с наличием токов высших гармоник в стержнях «беличьей клетки», возникающих из-за образования коротких замкнутых контуров. Эти токи приводят к снижению момента, увеличению потерь и искажению механической характеристики. Проведённые исследования подтверждают, что модификация схемы роторной обмотки позволяет существенно уменьшить влияние высших гармонических составляющих.

3. Предложенный вариант однослойной реконструкции ротора обеспечивает устранение условий, при которых формируются замкнутые контуры токов высших гармоник. В результате удаётся снизить энергетические потери в роторе (в 9 раз), уменьшить пусковой ток (до 0,63 от базового значения), увеличить пусковой момент (почти в 2 раза), а также повысить перегрузочную способность двигателя до трёхкратных значений без перегрева статорной обмотки.

4. Испытание опытных образцов подтвердило, что модернизированный ротор обеспечивает увеличение механической мощности на валу до 1,65-кратного значения от номинала базовой машины, а также улучшение характеристик при повторно-кратковременных режимах нагрузки. Это позволяет рекомендовать предложенную конструкцию в качестве эффективного решения для приводов с тяжёлыми условиями эксплуатации – тяговых электроприводов, подъемно-транспортных машин, механизмов с частыми пусками и перегрузками.

Список литературы

1. Фиашев А. Г., Хамоков М. М., Кильчукова О. Х. Проблемы энергообеспечения предприятий Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 63–68. EDN: OMGCKJ
2. Бароев Т. Р., Есенов И. Х., Цопанов Н. Е. Автоматическое управление работой погружного электронасоса для малodeбитных источников воды // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 6. С. 40–41. EDN: JULTUP

3. Погружной электродвигатель насосной установки для локального водоснабжения / Н. Е. Цопанов [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 8. С. 11–12. EDN: KAZYHD
4. Обоснование выбора источника питания погружного центробежного электронасоса для малолитражных источников воды / А. Г. Фиапшев, Н. Е. Цопанов, И. Х. Есенов, Т. А. Уртаев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 4(50). С. 126–133. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-4-50-126-133. EDN: MIRDRW
5. Погружной электронасос для глубоких малолитражных источников воды / Н. Е. Цопанов, И. Х. Есенов, А. Б. Кудзаев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2009. Т. 46. Ч. 2. С. 123–126. EDN: MVJLGZ
6. Патент 2351803 Российская Федерация, МПК F04D 9/02, F04D 13/08. Способ обеспечения пуска электронасосов и устройство для его осуществления / И. Х. Есенов, Н. Е. Цопанов, Н. И. Гриднев, А. Б. Кудзаев; заявитель и патентообладатель Горский государственный аграрный университет. № 2007122878/06; заявл. 18.06.2007; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 10.
7. Патент 2477389 Российская Федерация, МПК F04D 13/08. Погружной электронасос для глубоких малолитражных источников воды / Н. Е. Цопанов, И. Х. Есенов, А. Б. Кудзаев [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет». № 2009140539/06; заявл. 02.11.2009; опубл. 10.03.2013, Бюл. № 7.
8. Модульное агрегатирование преобразователей электроэнергии мобильных энергосистем / О. В. Григораш, Ю. В. Даус, А. В. Квитко, П. М. Барышев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 3(75). С. 339–348. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-39. EDN: BRWTFI
9. Выбор оптимального противодействующего усилия для достижения максимального быстродействия электромагнита / А. Г. Фиапшев, М. М. Хамоков, О. Х. Кильчукова, К. С. Розуматова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 1(35). С. 128–136. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-128-136. EDN: VKGMQK
10. Цопанов Н. Е., Фиапшев А. Г., Гриднев Н. И. Учёт технологичности при конструировании погружных центробежных электронасосов для малолитражных глубоких источников воды // Известия Горского государственного аграрного университета. 2013. Т. 50. Ч. 2. С. 216–219. EDN: QCFIIP

References

1. Fiapshv A.G., Khamokov M.M., Kilchukova O.Kh. Problems of energy support of the enterprises of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):63–68. (In Russ.). EDN: OMGCKJ
2. Baroev T.R., Esenov I.Kh., Tsopanov N.E. Automatic control of a submersible electric pump for low-flow water sources. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva*. 2008;(6):40–41. (In Russ.). EDN: JULTUP
3. Tsopanov N.E. [et al.]. Submersible electric motor of a pumping unit for local water supply. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva*. 2008;(8):11–12. (In Russ.). EDN: KAZYHD
4. Fiapshv A.G., Czopanov N.E., Esenov I.X., Urtaev T.A. Justification for the selection of a power source for a submersible centrifugal electric pump for low-flow water sources. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2025;4(50):126–133. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-4-50-126-133. EDN: MIRDRW
5. Tsopanov N.E., Yesenov I.Kh., Kudzaev A.B. [et al.]. Submersible electric pump for deep low-flow water sources. *Proceedings of Gorsky state agrarian university*. 2009;46(2):123–126. (In Russ.). EDN: MVJLGZ
6. Patent 2351803 Russian Federation, Int. Cl. F04D 9/02, F04D 13/08. Method of starting electrically driven pumps and device to this end. I.Kh. Yesenov, N.Ye. Tsopanov, N.I. Gridnev, A.B. Kudzaev; applicant and patent holder Gorskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet. No. 2007122878/06; application 18.06.2007; publ. 10.04.2009, Bull. No. 10. (In Russ.)
7. Patent 2477389 Russian Federation, Int. Cl. F04D 13/08. Downhole electrically driven pump for deep low-yield water sources. N.E. Tsopanov, I.Kh. Yesenov, A.B. Kudzaev [et al.]; applicant and patent holder Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Gorskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet". No. 2009140539/06; application 02.11.2009; publ. 10.03.2013, Bull. No. 7. (In Russ.)
8. Grigorash O.V., Daus Yu.V., Kvitko A.V., Baryshev P.M. Modular aggregation of power converters of mobile power systems. *Proceedings of Nizhnevolzskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2024;3(75):339–348. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-39. EDN: BRWTFI

9. Fiapshv A.G., Khamokov M.M., Kilchukova O.Kh., Rozumatova K.S. Selection of the optimal reactive force to achieve the maximum speed of the electromagnet. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;1(35):128–136. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-1-35-128-136. EDN: VKGMQK

10. Tsopanov N.E., Fiapshv A.G., Gridnev N.I. Uchyot bystrokhodnosti pri konstruirovanii pogruzhnykh centrobezhnykh elektronasosov dlya malodebitnykh glubokikh istochnikov vody. *Proceedings of Gorsky state agrarian university*. 2013;50(2):216-219. (In Russ.). EDN: QCFIIP

Сведения об авторах

Есенов Ирбек Хаджимуратович – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования, электротехнологий и энергообеспечения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 2980-6243

Фиапшев Амур Григорьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Kabardino-Balkarskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni V. M. KokoVA», SPIN-код: 2111-4506, Scopus ID: 57216563705, Researcher ID: AAE-4739-2019

Цопанов Николай Ефимович – старший преподаватель кафедры электрооборудования, электротехнологий и энергообеспечения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 6999-5541

Сатцаев Таймураз Русланович – ассистент кафедры технических систем в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 5811-4698

Information about the authors

Irbek Kh. Yesenov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment, Electrical Technologies and Energy, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 2980-6243

Amur G. Fiapshv – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Enterprise Power Supply, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2111-4506, Scopus ID: 57216563705, Researcher ID: AAE-4739-2019

Nikolay Ye. Tsopanov – Senior Lecturer of the Department of Electrical Equipment, Electrical Technologies and Energy Supply, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 6999-5541

Taimuraz R. Satsaev – Assistant Professor at the Department of Technical Systems in Agribusiness, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 5811-4698

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 27.11.2025;
одобрена после рецензирования 15.01.2026;
принята к публикации 21.01.2026.

The article was submitted 27.11.2025;
approved after reviewing 15.01.2026;
accepted for publication 21.01.2026.

Научная статья

УДК 632.51:631.348

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-85-92

Научное обоснование борьбы с сорняками в сельскохозяйственном производстве с применением перспективных конструкций технических средств

Фахретдин Магомедович Магомедов^{✉1}, Иззет Мелукович Меликов²,
Эльнара Саладиновна Гасанова³, Наиля Фахретдиновна Магомедова⁴

Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова, улица
М. Гаджиева, 180, Махачкала, Россия, 367032

^{✉1}fahr-59@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7202-9898>

²izmelikov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8928-8714>

³elngas@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1981-6128>

⁴sliv0chka555@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3724-2817>

Аннотация. В статье представлено научно обоснованное решение проблемы эффективной борьбы с сорняками в сельскохозяйственном производстве, в частности на посевах риса, а также в междурядьях садов и виноградников. В процессе анализа рассмотрены инновационные конструкции технических средств, способствующие повышению эффективности агрономических процессов. Предлагается использовать широкозахватный опрыскиватель для посевов риса, оснащённый летательными аппаратами и гибким отводом, который обеспечивает более целенаправленное и равномерное применение гербицидов, что особенно эффективно в условиях интенсивной технологии возделывания этой культуры. Для борьбы с сорняками в междурядьях садов и виноградников предлагается применять огневой культиватор, имеющий улучшенные эксплуатационные и технологические характеристики. Этот аппарат позволяет надёжно уничтожать сорные растения, одновременно снижая вероятность причинения ущерба сельскохозяйственным культурам. Описанные в статье технические решения имеют хорошие перспективы для задействования в аграрном секторе. Они позволяют повысить урожайность и улучшить качество сельскохозяйственной продукции, оптимизировать процессы борьбы с сорняками, снижая затраты на их осуществление. Статья представляет интерес для специалистов в области сельского хозяйства, агротехники и механизации сельскохозяйственных процессов. Она может быть полезна для разработки и внедрения новых технологий в практике сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: борьба с сорняками, конструкции, опрыскиватель, посевы риса, огневой культиватор, сады, виноградники

Для цитирования: Магомедов Ф. М., Меликов И. М., Гасанова Э. С., Магомедова Н. Ф. Научное обоснование борьбы с сорняками в сельскохозяйственном производстве с применением перспективных конструкций технических средств // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова 2026. № 1(51). С. 85–92. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-85-92

Original article

Scientific justification of weed control in the agricultural production applying prospective constructions of technical means

Fakhretdin M. Magomedov^{✉1}, Izzet M. Melikov², Elnara S. Gasanova³,
Nailya F. Magomedova⁴

Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov, M. Gadzhiev Street, 180,
Makhachkala, Russia, 367032

¹fahr-59@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7202-9898>

²izmelikov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8928-8714>

³elngas@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1981-6128>

⁴sliv0chka555@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3724-2817>

Abstract. The article deals with the scientifically based solution to the problem of effective weed control in the agricultural production, focusing on such crops as rice, also between rows of orchards and vineyards. The analysis considers innovative constructions of technical means that contribute to increase the efficiency of agronomic processes. It is proposed to use a wide-capture sprayer for rice sowings, equipped with aerial vehicles and a flexible outlet, which provides a more targeted and even application of herbicides, which is especially effective in conditions of intensive cultivation technology of this crop. The use of this technical means allows you to increase the yield and improve quality of agricultural products. The flame cultivator with uprated operational and technological capabilities is proposed to use for controlling weeds between rows of orchards and vineyards. This technical means ensure effective destruction of weeds, while minimizing the risk of damage to crops. The technical solutions presented in the article have good prospects for the use in the agricultural sector. They allow optimizing the weed control processes, increasing efficiency and reducing the costs for their implementation. The article is of interest to specialists in the field of agriculture, agricultural technology and mechanization of agricultural processes. It can be useful for the development and introduction of new technologies in agricultural production practices.

Keywords: weed control, constructions, sprayer, rice sowings, flame cultivator, orchards, vineyards

For citation: Magomedov F.M., Melikov I.M., Gasanova E.S., Magomedova N.F. Scientific justification of weed control in the agricultural production applying prospective constructions of technical means. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):85–92. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-85-92

Введение. Для эффективного и устойчивого развития таких отраслей сельского хозяйства, как растениеводство, виноградарство и садоводство в современных условиях имеет важное значение борьба с сорняками, которая позволит в значительной мере повысить качественные и количественные показатели произведенной продукции. Этому также будет способствовать разработка перспективных технологий с применением современных конструкций технических средств.

Потери урожая от вредных организмов (30% и более) являются одним из главных факторов, сдерживающих реализацию потенциальных возможностей по обеспечению

страны в требуемом объеме такой сельскохозяйственной продукцией, как рис [1].

Использование современных технологий, средств химической защиты при возделывании риса требует научного обоснования с учетом возрастающего внимания к безопасности и экологичности проблемы.

Проведение в положенный срок и качественно мероприятий по защите возделываемых культур – важное требование для защиты планируемого урожая от сорной растительности, болезней и вредителей [2].

Возделываемые культуры обрабатываются методом опрыскивания химическими препаратами (ядохимикатами) (до 75%).

Разработка новых перспективных конструкций опрыскивателей должна осуществляться с учетом таких немаловажных критериев, как загрязнение окружающей среды химическими препаратами, норма их расхода.

Конструкция большинства производимых технических средств не удовлетворяет современным требованиям агротехники, технологии, экологии, а по некоторым эксплуатационно-технологическим показателям не выгодна экологически и экономически, а также представляет определенную опасность для людей и их среды обитания.

При неблагоприятных погодных условиях имеет место снос пестицидов в процессе проводимых обработок [3].

Отечественные сельхозмашины для борьбы с сорняками, поступающие на рынок, имеют недостаточную надежность и низкие технико-эксплуатационные показатели [4].

Сельскохозяйственная авиация является единственным высокопроизводительным техническим средством, которое позволяет применение химических препаратов для уничтожения сорняков в максимально сжатые сроки, когда задействование наземной техники невыполнимо из-за высокой степени увлажненности почвы и устойчивого водного слоя в чеках.

Также очевидно, что эффективность работы устройств для поверхностного распыления жидких составов определяется скоростью, с которой агрегат выполняет опрыскивание, и шириной его захвата.

Цель исследования – научное обоснование и формирование эффективных методов борьбы с сорняками в сельскохозяйственном производстве с применением перспективных конструкций технических средств в целях повышения урожайности и оптимизации процессов возделывания сельскохозяйственных культур.

Материалы, методы и объекты исследования. Установка для поверхностного внесения жидких растворов и сельскохозяйственная авиация представляют определенный интерес с точки зрения способности существенного повышения ширины захвата.

Существующая конструкция установки для поверхностного распределения жидких составов не дает возможности точно позиционировать растворопровод в простран-

ственном поле при наличии внешних воздействий, таких как боковой порыв ветра или подъемные воздушные струи.

По причине этих помех аппарат теряет равновесие, что обусловлено несоответствием технологическим требованиям, а также ухудшением его технической функциональности. Кроме того, не удастся удержать растворопровод в параллельном положении относительно почвы, так как несущей конструкцией летательного аппарата поддерживается труба, которая выполнена из изгибаемого неметаллического состава. Это также способствует неравномерности рассредоточения химикатов на обрабатываемой поверхности.

При применении сельскохозяйственной авиации имеется несколько минусов: высокая плата за услуги, неэффективное распространение химикатов на всей территории обработки, риск загрязнения окружающих территорий, необходимость наличия специального аэродрома.

Уход (борьба с сорняками) за возделываемыми сельскохозяйственными культурами главным образом осуществляется механическим и немеханическим методами. Среди последних выделяют химические, физические и биологические.

Никакие агротехнические методы не могут обеспечить полное уничтожение имеющихся сорняков. Применение гербицидов также не является гарантом достаточной эффективности, несмотря на значительные энергозатраты, которые в пять раз превышают затраты на выполнение механического боронования, а также культивации. Использование гербицидов агрессивно влияет на почвенную микрофлору, природную среду, а также агрокультуры. При этом стабильно возрастающие цены на вносимые химические средства делают гербицидную технологию ещё менее привлекательной, снижая её результативность.

При механическом способе обработки почва укатывается ввиду эксплуатации тяжелой сельскохозяйственной техники, ухудшается ее канальная структура ввиду загнивания корневой системы насаждений, земляных червей и других живых организмов.

Один из перспективных и инновационных методов борьбы – термический, или огневой. Чтобы определить время и температуру, необходимые для уничтожения разных видов

сорняков, были разработаны рабочие органы, имеющие как защитные, так и направляющие экраны. Ими обеспечивается температурный режим (оптимальный) в подвергаемой обработке зоне. Фазы формирования (развития) сорной растительности оказывают достаточно значимое влияние на эффективность этого способа [5].

Данный способ применяется в органическо-ресурсосберегающем производстве сельскохозяйственной продукции как наиболее надежный при обработке гербицидами, механической или ручной борьбе с сорной растительностью, а также ввиду его экологического воздействия на возделываемые культуры и окружающую среду [4]. Экономически более выгоден в сравнении с ручной прополкой [3].

Одним из главных минусов немеханических методов обработки является то, что сложно предсказать, как они повлияют на окружающую

среду в будущем, особенно в среднесрочном и долгосрочном периоде (прогнозе).

Обработка механическими методами все еще имеет наибольшее распространение, однако она способствует уничтожению лишь надземных частей сорняков, что не обеспечивает требуемой эффективности [6].

Результаты исследования. Устранить определенные недостатки, присущие существующим аппаратам, позволяет вариант представленной конструкции, оснащенный двигателями 1 (двумя) – на одном размещен трубопровод 14 (напорный) и резервуар 15 для жидкого рабочего раствора, а на втором – токовый генератор 16. На рамах 2 (с натяжителями 3), которыми укомплектованы двигатели 1, соединенные остовом 4 гибким (оснащенный растворомпроводом 7 (с рассредоточенными на нем распылителями 8) и аппаратами 5 (летательными) со способностью их передвижения) друг с другом (рис. 1).

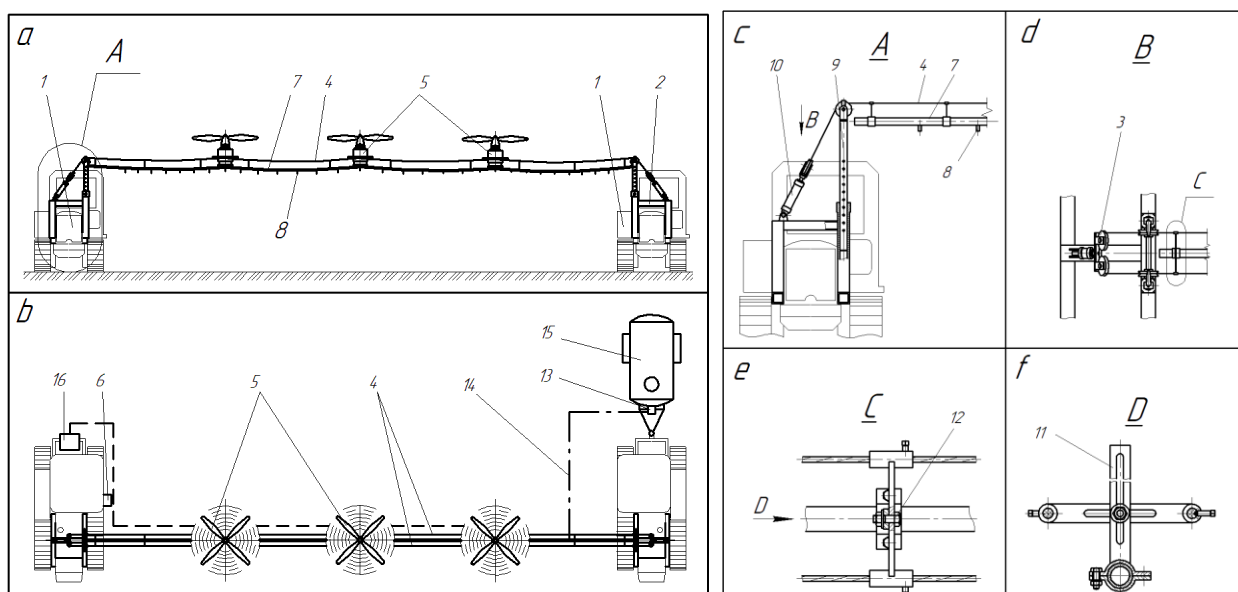


Рисунок 1. Конструкция устройства для поверхностной обработки жидкими препаратами:

a, b, c, d, e, f – виды соответственно: спереди, сверху, *A, B, C, D*

Figure 1. Construction of a device for surface treatment with liquid preparations:

a, b, c, d, e, f – views respectively: front, top, *A, B, C, D*

Принцип работы данного опрыскивателя [7] следующий. Сначала двигатели 1, на которых установлены рамы 2, отводятся в начальное положение соразмерно с фиксированной шириной охватывания с натяжителями 3, к которым закрепляют снаряженный заблаговременно остов 4 с аппаратами летательными 5 (пультом 6 управления подклю-

чаются к работе) и растворомпроводом 7 с размещенными на ней распылителями 8. Высоту положения остова (гибкого) над поверхностью участка, подвергаемого обработке, регулируют штангами 9 выдвижными.

Тросы остова 4 гибкого натягиваются гидроцилиндрами 10, которые соединены с роликами-натяжителями 3. Распылители 8 раз-

мещены по длине растворопровода 7. Пластина 11 перемещается в рамках имеющегося пространства путём его смещения по ориентирующим прорезям (а) и (б), после чего закрепляется в нужной позиции с помощью болта 12.

В линию растворопровода 7, на которой находятся распылители 8, жидкий раствор подается насосом 13, который включается в работу по окончании предварительных действий. Движение передвижных станций в установленном направлении осуществляется совместно с распылением.

Режимами функционирования, функциональными возможностями опрыскивателей, правильностью установленных параметров процесса характеризуется качество опрыскивания. На характеристиках аэрозолей существенно сказываются величины капель, которые определяют такие параметры, как вероятность оседания на отклоняющихся преградах (коэффициент захвата), степень отклонения потоком воздуха, а также скорость оседания и испарения. В сельскохозяйственных аэрозолях диапазон размеров капель весьма обширен. Кроме того, для достижения цели можно применять аэрозоли с каплями разного размера – крупными и мелкими. Вопрос оптимизации размера капель у аэрозоля пока продолжает представлять интерес для исследования.

Мелкие и крупные капли аэрозоля способствуют снижению эффективности процесса опрыскивания, а регулировке поддаются только средние капли. Для разделения жидкости на капли, однообразные по величине, требуется наличие соответствующих конструкций технических средств.

Отдельным примером использования аэрозолей, соответствующих теоретическим представлениям и закономерностям (единых для большой группы процессов), является опрыскивание потоком аэрозолей посевов риса [8].

Воплощение абсолютного заволакивания возделываемых посевов (возможно при подаче необходимого объема препарата) и распределение препарата равномерно – главные условия, устанавливаемые для конструкций технических средств для обработки посевов риса. Значимым параметром функционирования опрыскивателя, определяющим экономическую целесообразность рассмотренного процесса, является качество обработки.

Баланс силы тяжести и поверхностного натяжения необходим при замедленном вытекании из отверстия рабочей жидкости в ходе образования капель [9].

Недостатки (пламя больших размеров, ограниченность ширины захвата и невозможность использования в рядах многолетних насаждений), свойственные действующим культиваторам (огневым), делают их эксплуатацию в междурядьях садов и виноградников для борьбы с сорняками невозможной. Поэтому для обеспечения пламени устойчивости и управляемости предложен вариант конструкции культиватора (огневого) (рис. 2), у которого к газовому источнику и компрессору трактора подключены секции-горелки 1 посредством трубопроводов 2 [2].

Предлагаемый огневой культиватор для борьбы с сорняками в междурядьях садов и виноградников функционирует таким образом. Через трубопровод 2 во внутренность пролета трубы смесителя-коллектора 3 поступает газ, минуя сопло 4. Воздух при этом идёт через трубу-рубашку 5. Затем происходит поджигание смеси газа с воздухом, которая исходит изнутри газоздушных сопел 6. Горячим воздухом, а также пламенем от горелок 1 под прикрытием щита-отражателя 7 выгорают как семена, так и листья сорняков. С нисходящим острым углом в направлении рядов растений распространяется пламя от сопла 8 концевое. Щуп 9 отходит в обратную по отношению к направлению движения агрегата сторону, когда происходит соприкосновение со штамбом 10. Приваренная к щупу 9 дугообразная заслонка 11, преграждает пламя за соплами 8. Она вращается вокруг оси. Когда щуп 9 перестаёт соприкасаться со штамбом 10, возвратная пружина 12 возвращает заслонку 11 в свое исходное место. Заслонка на кронштейне 14 поворачивается до упора 13. На этом же кронштейне выполнено закрепление заслонки 11, щупа 9, а также пружина 12. Они остаются неподвижными до следующего соприкосновения с преградой. На наклонных поверхностях без бокового скольжения движение агрегата обеспечивается ползками-коньками. Они состоят из ползков 15 с заваренными к ним пластинами-ножами 16. Ползки вклиниваются в почву и обеспечивают прямое следование.

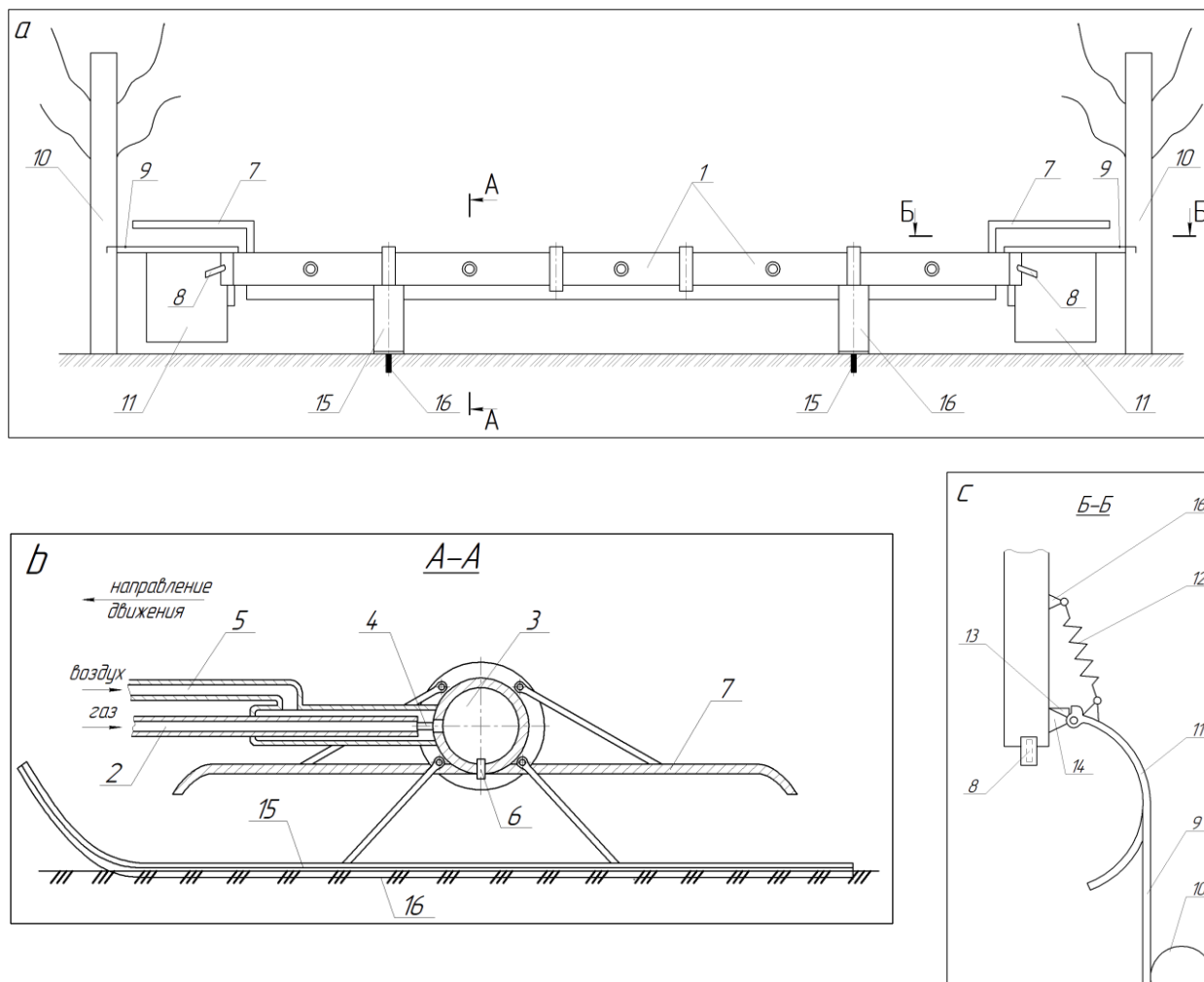


Рисунок 2. Конструкция культиватора огневого типа:

a – передняя проекция; *b* – конструктивное исполнение секции с горелками; *c* – защитный механизм, предохраняющий штамбы от контакта с открытым пламенем

Figure 2. Flame-type cultivator construction:

a – front view; *b* – burner section construction; *c* – protective mechanism that protects the stems from a contact with the open flame

Выводы. Для значительного уменьшения потерь урожая риса из-за сорняков и болезней можно провести обработку рисовых полей с помощью летательных аппаратов.

Используемое в условиях рисоводческих хозяйств оборудование для обеспечения защиты растений по своей конструкции не соответствует актуальным стандартам для техники этого типа. Проблема в том, что оно не подходит для работы с новыми химическими препаратами, которые отличаются сниженным расходом и при этом имеют повышенную биологическую активность.

Существенное улучшение защиты растений, снижение количества используемых жидких химикатов, а также минимизация энерго-

затрат на процесс подготовки, транспортировки и применения рабочих растворов обуславливают техническое переоснащение в целом сферы защиты культурных растений от влияния на них сорняков. Переход этого процесса на новый уровень возможен путем внедрения принципиально новых технологий и конструкций технических средств защиты растений.

Для методов (немеханических) обработки в среднесрочной и долгосрочной перспективе характерна непредвиденность возможных экологических последствий.

Из-за недостаточной эффективности, высокой стоимости оборудования и больших эксплуатационных расходов, а также из-за неэффективного функционирования в условиях

садов и виноградников, неспособности качественно бороться с сорняками имеющиеся в эксплуатации технические средства существенно ограничивают выполнение агротехнических работ в междурядьях растений.

При помощи описанного огневого культиватора возможна одновременная обработка

как в рядах, так и в междурядьях многолетних растений. При этом достигается высокая эффективность и экономия ресурсов. Также он обладает малой металлоемкостью и несложен в производстве.

Список литературы

1. Ковалев В. С., Мырзин А. С. Система защиты риса // Защита и карантин растений. 2013. № 7. С. 48–50. EDN: QGTKCL
2. Совершенствование технологии и средств механизации для борьбы с сорной растительностью / М. М. Абдулгалимов [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 5. С. 38–42. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-11-5-38-42. EDN: ZSLLIL
3. Снижение потерь пестицидов из-за сноса при проведении обработок в неблагоприятных погодных условиях / И. С. Крук [и др.] // Экология и сельскохозяйственная техника: материалы 6-й Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства, 2009. Т. 2. С. 50–57. EDN: SIZGPH
4. Цымбал А. А., Яцков Р. П. Оценка качественных показателей опрыскивателя с электростатической подзарядкой капель // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2003. № 2. С. 44–45.
5. Алдабергенов М. К., Сагындыкова А. Д. Проблемы разработки термического агрегата для борьбы с вредителями междурядных культур // Международная агроинженерия. 2016. Вып. 4. С. 69–82.
6. Черников В. А., Алексахин Р. М., Голубев А. В. Альтернативные системы земледелия и их экологическое значение. Москва: Колос, 2000. 535 с.
7. Широкозахватный опрыскиватель с гибким отводом и летательными аппаратами для обработки посевов риса / Р. Д. Умаров [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 2. С. 31–37. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-2-31-37. EDN: YXPIEU
8. Дунский В. Ф., Никитин Н. В., Соколов М. С. Монодисперсные аэрозоли. Москва: Наука, 1975. 188 с.
9. Ma J., Ma R., Wu W., Lei X., Gou W. Advances in industrialized rice production research // Academia Journal of Biotechnology. 2015. N 3(6). 117–121.

References

1. Kovalev V.S., Myrzin A.S. System of rice protection. *Plant protection and quarantine*. 2013;(7):48–50. (In Russ.). EDN: QGTKCL
2. Abdulgalimov M.M. [et al.]. Improvement of technology and mechanization means for weed control. *Agricultural machinery and technologies*. 2017;(5):38–42. (In Russ.). DOI: 10.22314/2073-7599-2018-11-5-38-42. EDN: ZSLLIL
3. Kruk I.S. [et al.]. Reduction of losses of pesticides from the demolition when carrying out treatments in adverse weather conditions. *Ekologiya i sel'skohozyajstvennaya tekhnika: materialy 6-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Ecology and agricultural machinery: proceedings of the 6th International scientific-practical conference]. Saint Petersburg: Institut agroinzhenernyh i ekologicheskikh problem sel'skohozyajstvennogo proizvodstva, 2009. Vol. 2. Pp. 50–57. (In Russ.). EDN: SIZGPH
4. Tsymbal A.A., Yatskov R.P. Evaluation of quality indicators of a sprayer with electrostatic charging of droplets. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2003;(20):44–45. (In Russ.)
5. Aldabergenov M.K., Sagyndykova A.D. Problems of developing a thermal unit for pest control of inter-row crops. *International Agroengineering*. 2016;(4):69–82. (In Russ.)
6. Chernikov V.A., Aleksakhin R.M., Golubev A.V. *Alternativnye sistemy zemledeliya i ih ekologicheskoe znachenie* [Alternative farming systems and their environmental significance]. Moscow: Kolos, 2000. 535 p. (In Russ.)
7. Umarov R.D. [et al.]. The wide-coverage sprinkler with the flexible tap and flying machines for the rice sowing. *Agricultural machinery and technologies*. 2018;12(2):31–37. (In Russ.). DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-2-31-37. EDN: YXPIEU

8. Dunskiy V.F., Nikitin N.V., Sokolov M.S. *Monodispersnye aerezoli* [Monodisperse aerosols]. Moscow: Nauka, 1975. 188 p. (In Russ.)
9. Ma J., Ma R., Wu W., Lei X., Gou W. Advances in industrialized rice production research. *Academia Journal of Biotechnology*. 2015;3(6):117–121.

Сведения об авторах

Магомедов Фахретдин Магомедович – доктор технических наук, профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова», SPIN-код: 4768-7736

Меликов Иззет Мелукович – доктор технических наук, профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова», SPIN-код: 3194-9952.

Гасанова Эльнара Саладиновна – кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова», SPIN-код: 8712-8653

Магомедова Наиля Фахретдиновна – старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова», SPIN-код: 2877-3942

Information about the authors

Fakhretdin M. Magomedov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Operation of Automobiles, Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov, SPIN-код: 4768-7736

Izzet M. Melikov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Operation of Automobiles, Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov, SPIN-код: 3194-9952

Elnara S. Gasanova – Candidate of Philology Sciences, Associate Professor of Foreign Languages Department, Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov, SPIN-код: 8712-8653

Nailya F. Magomedova – Senior teacher of Safety Department, Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov, SPIN-код: 2877-3942

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 04.02.2026;
одобрена после рецензирования 25.02.2026;
принята к публикации 04.03.2026.

The article was submitted 04.02.2026;
approved after reviewing 25.02.2026;
accepted for publication 04.03.2026.

Научная статья

УДК 631.333.92

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-93-99

Обоснование конструктивно-технологической схемы и параметров ворошителя навозно-компостных смесей

Солтан Ильясович Темиржанов¹, Юрий Ахметханович Шекихачев^{✉2}

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

¹temirzhanovs@yandex.ru

^{✉2}shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

Аннотация. На основании анализа конструкций машин для технического обеспечения механизированного компостирования, предварительных теоретических и экспериментальных исследований известных ученых, собственных поисковых исследований установлено, что механизированное производство компостов требует дополнительного изучения. Некоторые устройства и оборудование нуждаются в усовершенствовании конструкции. Систематизация положений о механизированных способах производства компостов, определение рациональных параметров рабочих органов позволят уменьшить эксплуатационные расходы, а технологии будут доступны для практического использования. С учетом изложенного обоснована конструктивно-технологическая схема ворошителя, которая позволяет реализовать процесс компостирования навозно-компостных смесей в виде буртов. Его рабочим органом является фрезерный барабан с радиально расположенными лопастями. Теоретические и экспериментальные результаты исследования ворошителя навозно-компостных смесей барабанного типа позволяют разработать методику инженерных расчетов для определения основных параметров и режимов работы, как фрезерного барабана, так и ворошителя в целом. Показатели работы ворошителя для переработки органических отходов животноводства, в частности навоза, должны отвечать требованиям, предъявляемым к органическим удобрениям, исходя из необходимости получения максимально возможного урожая в конкретных почвенно-климатических условиях.

Ключевые слова: навоз, переработка, компостная смесь, ворошитель, рабочий орган, барабан

Для цитирования: Темиржанов С. И., Шекихачев Ю. А. Обоснование конструктивно-технологической схемы и параметров ворошителя навозно-компостных смесей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 93–99. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-93-99

Original article

Justification of the design and technological scheme and parameters of the manure-compost mixture stirrer

Soltan I. Temirzhanov¹, Yuri A. Shekikhachev^{✉2}

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

¹temirzhanovs@yandex.ru

^{✉2}shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

Abstract. Based on the analysis of the designs of machines for the technical support of mechanized composting, preliminary theoretical and experimental studies of well-known scientists, own search studies, it was established that the mechanized production of composts requires additional study. Some devices and equipment require design improvements. Systematization of provisions on mechanized methods of compost production, rational parameters of working bodies will reduce operating costs, and technologies are available for practical use. Taking into account the above, the design and technological scheme of the agitator is justified, which makes it possible to implement the process of composting manure and composting mixtures in the form of beads. Its working element is a milling drum with radially located blades. The obtained theoretical and experimental studies of the agitator of dung-compost mixtures of the drum type make it possible to develop a methodology for its engineering calculations to determine the main parameters and operating modes of both the milling drum and the agitator as a whole. The performance indicators of the agitator for processing organic waste of animal husbandry, in particular manure, must meet the requirements set by agricultural plants for organic fertilizers based on the need to obtain the maximum possible yield in specific soil and climatic conditions.

Keywords: manure, processing, compost mixture, agitator, working body, drum

For citation: Temirzhanov S.I., Shekikhachev Yu.A. Justification of the design and technological scheme and parameters of the manure-compost mixture stirrer. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):93–99. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-93-99

Введение. Один из важных факторов формирования плодородия почв связан с содержанием гумуса. Увеличение его содержания улучшает емкость впитывания и степень насыщения основаниями, тем самым противодействует изменениям реакции почвенного раствора. Поэтому для повышения буферности почвы необходимо вносить органические удобрения. Именно по причине недостаточного количества органических удобрений в почвах России типично сложился дефицитный баланс гумуса, а темпы ежегодной потери гумуса составляют 1,5 млрд т [1–5].

Для улучшения положения необходимо перейти на инновационные методы производства и внесения органических удобрений. Одним из таких направлений должна стать переработка отходов животноводства в качественные удобрения, в частности компосты. К тому же обогащение компостных смесей минеральными добавками не только предотвратит потери азота, но и в конечном счете усилит его биологическую активность.

Механизированное компостирование является важной составляющей современного сельскохозяйственного производства, позволяющего эффективно использовать органические ресурсы, улучшать экологическое состояние окружающей среды, получать качественные органические удобрения и восстанавливать плодородие почв. Техническое

обеспечение требует постоянного системного анализа и усовершенствования [6, 7].

Технические средства механизации для компостирования делятся на три группы. Первая группа включает средства общего назначения: ковшовые и грейферные тракторные погрузчики, бульдозеры, разбрасыватели органических удобрений. Технологически средства обеспечивают базовые условия – высоту и ширину буртов, но недостаточно информации о качестве смесей и готовых компостов. Механизированные комплексы машин общего назначения характеризуются высокими эксплуатационными затратами.

Вторая группа – мобильные ворошители, имеющие высокую производительность в отдельных энергозатратных операциях – ворошении, измельчении, смешивании смеси, формировании бурта, но требующие постоянной технологической корректировки высоты бурта [8]. Третья группа, включающая погрузчики непрерывного действия, более производительна, но имеет сложную конструкцию и высокое энергопотребление, что влияет на экономическую эффективность.

Обоснование средств технического обеспечения производства компостов определяется системным анализом технологических, технических, организационных факторов, которые в каждом новом условиях сугубо индивидуальны. Результаты исследований по

компостированию подстилочного помета прицепным ворошителем позволят определить изменение внутренних температур при ворошении сырья, их влияние на результаты ферментации, принять системные решения по улучшению организационного обеспечения производства компостов на предприятии.

Поисковое исследование компостирования подстилочного помета на основе шелухи подсолнечника показало эффективность внесения воды при ферментации сырья. Изучались некоторые реологические свойства, температурные изменения в буртах, но необходимы более глубокие технологические исследования по результативности полученных компостов, техническому совершенствованию устройств и их испытанию, использованию различных технических средств [9].

Результаты исследования показывают комплексную оценку производства компостов в условиях реального хозяйства с учетом организационных, технических, технологических, финансовых возможностей. На их базе принимаются решения по обеспечению производства. Систематизация результатов исследований по новым направлениям всегда актуальна и требует последовательного их продолжения в целях разработки инновационных технологий и технических средств по производству компостов.

Цель исследования – обосновать конструктивно-технологическую схему ворошителя, позволяющую реализовать процесс компостирования навозно-компостных смесей в виде буртов.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования базируются на методах физического и математического моделирования, сравнения. В качестве объекта исследования использован ворошитель буртов навозно-компостных смесей. Результаты расчетов параметров ворошителя буртов навозно-компостных смесей обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA-5.0».

Результаты исследования. В конструктивно-технологическую схему мобильного ворошителя навозно-компостных смесей (рис. 1) входит фрезерный барабан 1 с прямыми 2 и наклонными лопастями 3, на выходной конец вала 4 которого установлена ведомая звездочка 5, соединенная цепной передачей 6 с цепной передачей 6 вала конического редуктора 8, приводимого от ВОМ трактора. Во время работы фрезерно-барабанный рабочий орган совершает одновременно поступательное движение со скоростью перемещения агрегата V_{Π} и вращательное с угловой скоростью ω , за счет чего взаимодействует с буртом гное-компостной смеси (рис. 2).

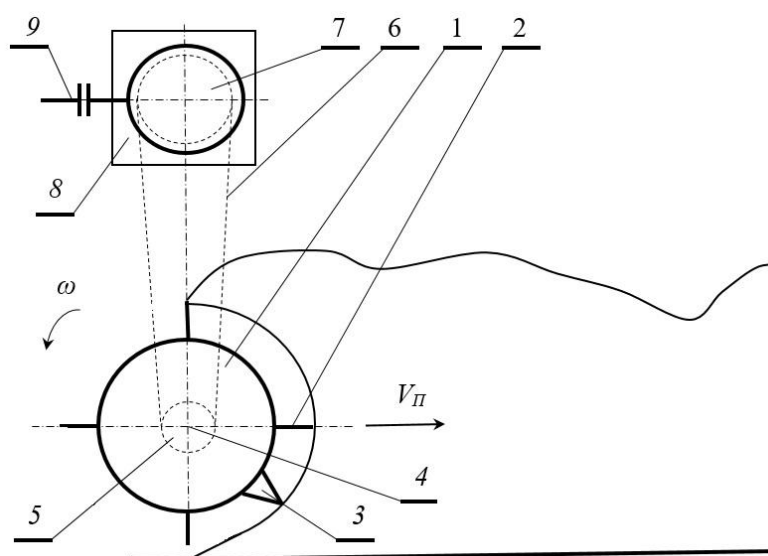


Рисунок 1. Конструктивно-технологическая схема ворошителя буртов навозно-компостной смеси:

1 – барабан; 2 – лопасть прямая; 3 – лопасть наклонная; 4 – вал барабана; 5 – звездочка ведомая; 6 – цепная передача; 7 – звездочка ведущая; 8 – редуктор конический; 9 – ВОМ трактора

Figure 1. Design and technological scheme of the manure-compost mixture pile stirrer:

1 – drum; 2 – straight blade; 3 – inclined blade; 4 – drum shaft; 5 – driven sprocket; 6 – chain transmission; 7 – driven sprocket; 8 – bevel gearbox; 9 – tractor power take-off shaft

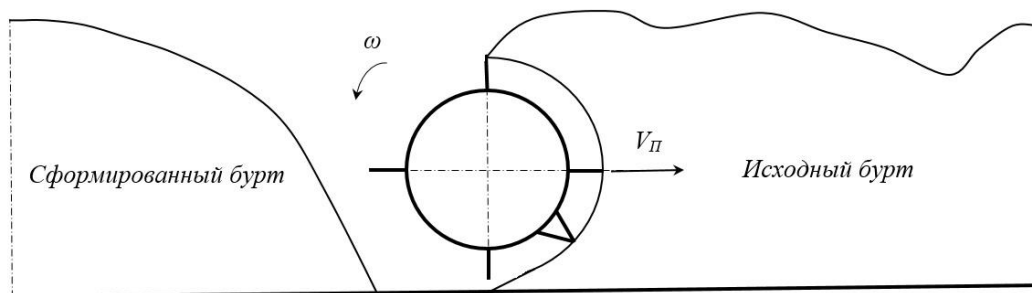


Рисунок 2. Процесс работы фрезерно-барабанного рабочего органа
Figure 2. The process of the milling-drum working body

Фрезерный барабан смесителя-аэратора оснащен жестко закрепленными радиальными лопастями. Лопасти установлены по одной окружности барабана и образуют две винтовые линии, смещенные между собой на 180° . В зонах, где радиус барабана вместе с зазором между лопастью и площадкой формирования бурта меньше высоты бурта, лопасти установлены параллельно оси барабана. От них и до концов барабана лопасти установлены под углом к его оси. Величина угла размещения изменяется с расположением лопасти по длине барабана при обеспечении подачи обособленной компостной массы отбрасыванием в зону продольной оси бурта.

Прямые лопасти фрезерного барабана, расположенные в зоне наибольшей высоты бурта (рис. 1 и 2), предназначены для отделения материала от массива бурта и его опрокидывания с одновременным формированием нового бурта.

Наклонные лопасти, наряду с тем, что действуют как и прямые, отделяя определенную часть массы с одновременным ее разрыхлением и смешиванием и опрокидыванием через барабан формируя новый бурт, предназначены также для дополнительного перемещения массы по бокам бурта к центру (рис. 2).

Ворошитель буртов навозно-компостных смесей имеет раму со сцепкой для агрегатирования с трактором. На раме установлены опорные колеса и фрезерный вращающийся барабан с рабочими элементами, выполненными в виде плоских лопастей, размещенных по центру фрезерного вращающегося барабана, установленных в плоскостях, тангенциальных к оси фрезерного вращающегося барабана, и радиально установленных по встречным винтовым линиям под углом $20\text{--}45^\circ$ к оси барабана.

Ворошитель компоста оснащен системой увлажнения компоста, представляющей собой: емкость для жидких компонентов, распылители, распределитель, фильтр и насос, позволяющий синхронизировать подачу жидких компонентов с частотой вращения фрезерного вращающегося барабана. Фрезерный вращающийся барабан приводится в движение от энергетического средства через редуктор. Для перестановки опорных колес используется гидродомкрат. Рама выполнена с возможностью регулировки клиренса между рабочими органами фрезерного вращающегося барабана и опорной поверхностью за счет установки винтовых валов.

При создании технического средства, предназначенного для ворошения навозно-компостных материалов, в первую очередь следует исходить из основного количественного показателя – производительности Q процесса в единицу рабочего времени и рекомендаций к проектированию таких машин [6], также из результатов собственных аналитических и лабораторно-экспериментальных исследований и физико-механических свойств навозно-компостных смесей.

В зависимости от угла природного откоса компоста α и высоты навалочного бурта H , внешний радиус фрезерного барабана R определяется из уравнения:

$$R = 0,4H - 0,013H\alpha + 0,0002H\alpha^2. \quad (1)$$

Согласно теоретическим исследованиям [6] радиус внутреннего барабана аэратора должен составлять $r = 0,143$ м.

Угловая скорость барабана аэратора ω и скорость его перемещения V определяются из системы уравнений [9, 10]:

$$\begin{cases} \omega = \frac{HV}{0,1(R^2 - r^2)} \\ Q = 146,1 - 0,6R - 1,2\omega + 536,3V \end{cases} \quad (2)$$

Мощность привода фрезерного барабана $N_{\text{пр}}$ и тяговое сопротивление перемещению ворошителя F_B определяются по зависимости:

$$\begin{cases} N_{\text{пр}} = 66,8 - 0,2R + 0,2\omega - 31,8V \\ F_B = -3,3 + 0,03R - 0,02\omega - 0,04V \end{cases} \quad (3)$$

Структурность полученного бурта δ определяется по зависимости:

$$\begin{aligned} \delta = & -72,4 + 9,6 \frac{\omega R}{V} - 135,1H - \\ & - 0,1 \left(\frac{\omega R}{V} \right)^2 - 0,1 \frac{\omega R H}{V} + 45,5H^2. \end{aligned} \quad (4)$$

Рассчитав скорость V_B перемещения агрегата при условии буксования колес трактора ε :

$$V_B = V(1 - \varepsilon), \quad (5)$$

можно определить площадь поперечного сечения бурта S_B в зависимости от плотности массы обрабатываемого бурта ρ_B :

$$S_B = \frac{Q}{V_B \rho_B}. \quad (6)$$

Для нахождения ширины полученного бурта B можно воспользоваться формулой:

$$B = 2H \operatorname{tg} \alpha. \quad (7)$$

Таким образом, сочетание теоретических разработок с полученными физико-технологическими свойствами обрабатываемых буртов и частиц компостного материала и зависимостями, полученными при исследовании технологического процесса ворошения, дает возможность разработать методику инженерного расчета основных конструктивных параметров и режимов работы ворошителя навозно-компостных смесей с учетом физико-механических свойств обрабатываемого материала и формируемого бурта.

Вывод. Исследование процесса ворошения буртов навозно-компостных смесей позволяет разработать методику инженерных расчетов для определения основных параметров и режимов работы как фрезерного барабана, так и ворошителя в целом.

Список литературы

1. Езиев М. И., Шекихачева Л. З., Шибзухова З. С. Экологическая безопасность аграрного землепользования в контексте системного управления // АгроЭкоИнфо. 2025. № 2(68). С. 6. DOI: 10.51419/202152208. EDN: VKPYZF
2. Езиев М. И., Шекихачева Л. З., Шибзухова З. С. Экологический мониторинг качества почвы // АгроЭкоИнфо. 2025. № 2(68). С. 8. DOI: 10.51419/202152207. EDN: WOMIYS
3. Шекихачев Ю. А., Мишхожев В. Х., Шекихачева Л. З. Техничко-технологическое обеспечение борьбы с эрозийными процессами в Кабардино-Балкарской Республике // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 3(49). С. 120–128. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-120-128. EDN: VBQSSY
4. Шекихачева Л. З. Экологические последствия эрозийного разрушения почв // Научные достижения и инновационные подходы в АПК: сб. науч. тр. по итогам XII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б. Х. Жерукова. Нальчик, 2024. С. 79–82. EDN: JXNEXD
5. Шекихачева Л. З. Меры по защите почв от возникновения и развития эрозийных процессов // В сборнике: Научные достижения и инновационные подходы в АПК. Сборник научных трудов по итогам XII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б. Х. Жерукова. Нальчик, 2024. С. 82–85. EDN: JBSZTV
6. Li Z., Miito G.J., Lim T.T. Mixing-Vessel Composting System at a Large Swine Finishing Farm. Extension. University of Missouri. 2020. Vol. 12. Pp. 1–9.
7. Epstein E. Industrial Composting. Environmental Engineering and Facilities Management. CRC Press. 2011. 338 p.
8. Karthika A., Seenivasagan R., Vasanthy M.A Review on Technological Approach for Obtaining Nutrient from Solid Waste. Emerging Contaminants and Associated Treatment Technologies Organic Pollutants. 2021. Pp. 475–502. DOI: 10.1007/978-3-030-7244-2_19

9. Aliiev E., Pavlenko S., Aliieva O., Morhun O. Accelerated biothermal composting of manure-compost mixture // *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. XXXII. No 2. Pp. 169–181. DOI: 10.15159/jas.21.30

References

1. Eziev M.I., Shekikhacheva L.Z., Shibzukhova Z.S. Environmental safety of agricultural land use in the context of systemic management. *AgroEkoInfo*. 2025;2(68):6. (In Russ.). DOI: 10.51419/202152208. EDN: BKPYZF

2. Eziev M.I., Shekikhacheva L.Z., Shibzukhova Z.S. Environmental monitoring of soil quality. *AgroEkoInfo*. 2025;2(68):8. (In Russ.). DOI: 10.51419/202152207. EDN: WOMIYS

3. Shekikhachev Yu.A., Mishkhozhev V.H., Shekikhacheva L.Z. Technical and technological support for combating erosion processes in the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2025;3(49):120–128. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-120-128. EDN: VBQSSY

4. Shekikhacheva L.Z. Ecological consequences of soil erosion. *Nauchnye dostizheniya i innovacionnye podhody v APK: sb. nauch. tr. po itogam XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF i KBR, professora B. H. Zherukova* [Scientific achievements and innovative approaches in the agro-industrial complex: collection of scientific papers following the results of the XII International scientific and practical conference dedicated to the memory of Honored Scientist of the Russian Federation and the Kabardino-Balkarian Republic, Professor B.Kh. Zherukov]. Nalchik, 2024. Pp. 79–82. (In Russ.). EDN: JXNEXD

5. Shekikhacheva L.Z. Measures to protect soils from the occurrence and development of erosion processes. *Nauchnye dostizheniya i innovacionnye podhody v APK: sb. nauch. tr. po itogam XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF i KBR, professora B.H. Zherukova* [Scientific achievements and innovative approaches in the agro-industrial complex: collection of scientific papers following the results of the XII International scientific and practical conference dedicated to the memory of Honored Scientist of the Russian Federation and the Kabardino-Balkarian Republic, Professor B.Kh. Zherukov]. Nalchik, 2024. Pp. 82–85. (In Russ.). EDN: JBSZTV

6. Li Z., Miito G.J., Lim T.T. Mixing-Vessel Composting System at a Large Swine Finishing Farm. Extension. University of Missouri. 2020. Vol. 12. Pp. 1–9.

7. Epstein E. Industrial Composting. Environmental Engineering and Facilities Management. CRC Press. 2011. 338 p.

8. Karthika A., Seenivasagan R., Vasanthy M. A Review on Technological Approach for Obtaining Nutrient from Solid Waste. Emerging Contaminants and Associated Treatment Technologies Organic Pollutants. 2021. Pp. 475–502. DOI: 10.1007/978-3-030-7244-2_19

9. Aliiev E., Pavlenko S., Aliieva O., Morhun O. Accelerated biothermal composting of manure-compost mixture. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2021;XXXII(2):169–181. DOI: 10.15159/jas.21.30

Сведения об авторах

Темиржанов Солтан Ильясович – аспирант кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Шекихачев Юрий Ахметханович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4107-1360, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019

Information about the authors

Soltan I. Temirzhanov – Graduate student of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov

Yuri A. Shekikhachev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-код: 4107-1360, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019

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 21.01.2026;
одобрена после рецензирования 10.02.2026;
принята к публикации 17.02.2026.*

*The article was submitted 21.01.2026;
approved after reviewing 10.02.2026;
accepted for publication 17.02.2026.*

Научная статья
УДК 633.511:631.3
DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-100-110

Устройство для электромеханической чеканки хлопчатника

Ахмад Маллабоевич Умирзоков^{✉1}, Александр Хасанович Абаев²,
Фазлиддин Олимхуча Туразода³

¹Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими, проспект академиков Раджабовых, 10, Душанбе, Республика Таджикистан, 734042

²Горский государственный аграрный университет, улица Кирова, 37, Владикавказ, Россия, 362040

³Таджикский аграрный университет имени Ш. Шохтемура, проспект Рудаки, 146, Душанбе, Республика Таджикистан, 734003

^{✉1}ahmad.umirzokov@mail.ru

²al.abaev@yandex.ru

³fazliddin.turazodamail@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена усовершенствованию конструкции устройства для электромеханической чеканки хлопчатника путем предварительного смятия и увлажнения верхушек хлопчатника в зоне их электроискровой обработки, обуславливающих повышенную их электрическую проводимость за счет снижения электрической прочности. На основе анализа преимуществ и недостатков существующих способов и устройств для чеканки верхушек хлопчатника усовершенствована конструкция электроискрового аппарата для чеканки хлопчатника. Обосновано снижение энергозатрат за счет оснащения каждой секции аппарата устройством для смятия верхушек хлопчатника при помощи рифленых, подпружиненных роликов, установленных на вилках телескопической штанги, обеспечивающих регулирование расстояния между роликами. Установлено, что предварительное смятие верхушек хлопчатника перед электроискровой обработкой способствует повышению их электрической проводимости за счет снижения электрической прочности. Для обеспечения эффективности электроискровой обработки верхушек хлопчатника и универсализации процессов предлагается предусмотреть гидросистему для впрыскивания увлажняющей жидкости (в качестве которой можно использовать и жидкие препараты для одновременного увлажнения и химической обработки хлопчатника). Для повышения эффективности и снижения энергозатрат за счет устойчивости процесса электроискровой обработки верхушек хлопчатника, а также с целью обеспечения универсальности функционирования устройство оснащено гидросистемой для впрыскивания увлажняющей жидкости, в качестве которой можно использовать и жидкие препараты для одновременного увлажнения и химической обработки хлопчатника. Гидравлическая система содержит емкость для жидкости, насос и специальные насадки, расположенные перед разрядными электродами в зоне их электроискровой чеканки для предварительного увлажнения верхушек хлопчатника. Устройство для электромеханической чеканки хлопчатника оснащено формирователем строгой линии верхушек хлопчатника для подачи растений в зазор между роликами в виде серповидных направляющих, прикрепленных к наружным стаканам.

Ключевые слова: электромеханическая чеканка, электроискровая обработка, электрическая проводимость, разрядные электроды, хлопчатник, эффективность, экологичность, запыленность

Для цитирования: Умирзоков А. М., Абаев А. Х., Туразода Ф. О. Устройство для электромеханической чеканки хлопчатника // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 100–110. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-100-110

Original article

Device for electromechanical cotton stamping

Akhmad M. Umirzokov^{✉1}, Alexander Kh. Abaev², Fazliddini O. Turazoda³

¹Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, 10 academicians Radjabovs' Avenue, Dushanbe, Tajikistan, 734042

²Gorsky State Agrarian University, 37 Kirova Street, Vladikavkaz, Russia, 362040

³Tajik Agrarian University named after Sh. Shokhtemur, 146 Rudaki Avenue, Dushanbe, Tajikistan, 734003

^{✉1}ahmad.umirzokov@mail.ru

²al.abaev@yandex.ru

³fazliddin.turazodamail@yandex.ru

Abstract. This article explores the improvement of a device for electromechanical cotton boning by pre-crushing and moistening the cotton tops in the electrospark treatment zone, which increases their electrical conductivity by reducing their electrical strength. Based on an analysis of the advantages and disadvantages of existing methods and devices for boning cotton tops, the design of an electrospark apparatus for boning cotton is improved. A reduction in energy consumption is substantiated by equipping each section of the apparatus with a device for crushing the cotton tops using grooved, spring-loaded rollers mounted on forks of a telescopic rod, allowing for adjustment of the distance between the rollers. It is established that pre-crushing the cotton tops before electrospark treatment increases their electrical conductivity by reducing their electrical strength. To ensure the efficiency of electric spark treatment of cotton plant tops and the versatility of the process, it is proposed to include a hydraulic system for injecting a moisturizing liquid (which can be used with liquid preparations for the simultaneous moistening and chemical treatment of cotton). To increase efficiency and reduce energy costs due to the stability of the electric spark treatment of cotton plant tops, as well as to ensure the versatility of operation, the device is equipped with a hydraulic system for injecting a moisturizing liquid, which can be used with liquid preparations for the simultaneous moistening and chemical treatment of cotton plant. The hydraulic system contains a liquid tank, a pump, and special nozzles located in front of the discharge electrodes in the zone of their electric spark embossing for preliminary moistening of the cotton plant tops. The device for electromechanical cotton stamping is equipped with a former of a strict line of cotton plant tops for feeding plants into the gap between rollers in the form of sickle-shaped guides attached to the outer cups.

Keywords: electromechanical embossing, electric spark machining, electrical conductivity, discharge electrodes, cotton, efficiency, environmental friendliness, dustiness

For citation: Umirzokov A.M., Abaev A.Kh., Turazoda F.O. Device for electromechanical minting of cotton. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):100–110. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-100-110

Введение. Будущее механизации сельского хозяйства, в том числе наиболее трудоемкой его отрасли – хлопководства невозможно представить без комплексного развития электрификации сельскохозяйственных процессов. Практическое применение электричества в растениеводстве берет свое начало с середины XVIII века, и связано оно было с исследованием влияния электричества на рост и развитие растений. Исследования, связанные с электрической обработкой семенного мате-

риала, почвы, воды для орошения посевов, а также с применением электричества для прополки сорных растений и борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, для предуборочной обработки растений и др., ведутся отечественными и зарубежными учеными. Однако на сегодняшний день нет комплексных исследований в области влияния электричества на рост и развитие сельскохозяйственных культур, не получены обнадеживающие результаты исследований,

и, как следствие, обработка почвы и сельскохозяйственных культур электрическим разрядом не нашла массового практического применения. Получаемый эффект нестабилен, а машины и оборудование, предназначенные для электрической обработки, неэффективны, отличаются энергетическими затратами и низкой надежностью в эксплуатации [1–5].

Цель исследования – разработка рационального технологического процесса работы устройства для электромеханической чеканки хлопчатника, обоснование схемы и основных технологических параметров его рабочих органов.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектом исследования являются кусты хлопчатника в период чеканки, рабочие органы усовершенствованного устройства для электромеханической чеканки хлопчатника. Предметом исследования являются процессы впрыскивания увлажняющей жидкости и механического смятия верхушек хлопчатника при помощи рифленых роликов. В качестве материалов выбраны увлажняющие жидкости (вода, соляной раствор слабой концентрации для улучшения токопроводящих свойств), различные растворы для борьбы с вредителями и др. Экспериментальные исследования проводились в три этапа: 1) стендовое (лабораторное) испытание агрегата для электромеханической чеканки верхушек хлопчатника с устройством для смятия верхушек хлопчатника с рифлеными подпружиненными роликами; 2) лабораторно-полевое сравнительное испытание агрегата для электромеханической чеканки верхушек хлопчатника с устройством для механического смятия верхушек хлопчатника с увлажнителем и без них, в результате которого была установлена эффективность усовершенствованной установки для чеканки верхушек хлопчатника; 3) хронометражные наблюдения за работой агрегата для электромеханической чеканки верхушек хлопчатника при выполнении им технологической операции, в результате которых установлена производительность агрегата, улучшение качества выполненной работы, а также энергетическая эффективность процесса чеканки верхушек хлопчатника.

Результаты исследования и обсуждение. Чеканка хлопчатника является важным агротехническим приёмом, при котором удаляет-

ся верхняя часть стебля для прекращения роста стебля и обеспечения благоприятных условий для развития и раннего созревания плодов, способствуя повышению урожайности и улучшению качества хлопка-сырца.

На сегодняшний день чеканка верхушек хлопчатника производится вручную, механизированными, электроискровыми и электро-механическими способами. Ручной способ чеканки – очень трудоемкий и экологически небезопасный процесс, отличающийся низкой производительностью труда, что часто приводит к нарушению агротехнических сроков проведения данного приёма. Ручная чеканка осуществляется с большими затратами ручного труда и денежных средств с расчетной производительностью одного чеканщика около 0,2–0,3 га/см.

В хлопкосеющих регионах данная операция производится, как правило, в жаркие и сухие летние месяцы (преимущественно июнь, июль и начало августа) в условиях высоких температур, достигающих в хлопковых плантациях до 60 °С, и запыленности воздуха в зоне дыхания, существенно превышающей предельно допустимые концентрации. Повышенная запыленность и вредность воздуха при ручной чеканке обусловлены преимущественно осажденными на листьях хлопчатника минеральными примесями почвенного происхождения (из-за пыльной бури), бактериями и плесневыми грибами. Единственным преимуществом и немаловажным фактором ручной чеканки можно считать возможность удаления при этом боковых побегов.

Механизированный способ чеканки верхушек хлопчатника производится при помощи чеканочного приспособления ЧВХ-4, агрегируемого преимущественно трактором МТЗ-80Х.

Для механизированной чеканки верхушек хлопчатника применяется машина ЧВХ-4 (рис. 1), агрегируемая преимущественно трактором МТЗ-80Х и состоящая из навесной рамы, подвески, переднего бруса с комплексом ножей, располагаемых в горизонтальной плоскости на навесной раме трактора, соединенных ременной передачей с валом отбора мощности, а также из регулированных кустонаправителей, механизма подъёма рабочих органов, механизма подъёма обтекателей ведущих колес и др.

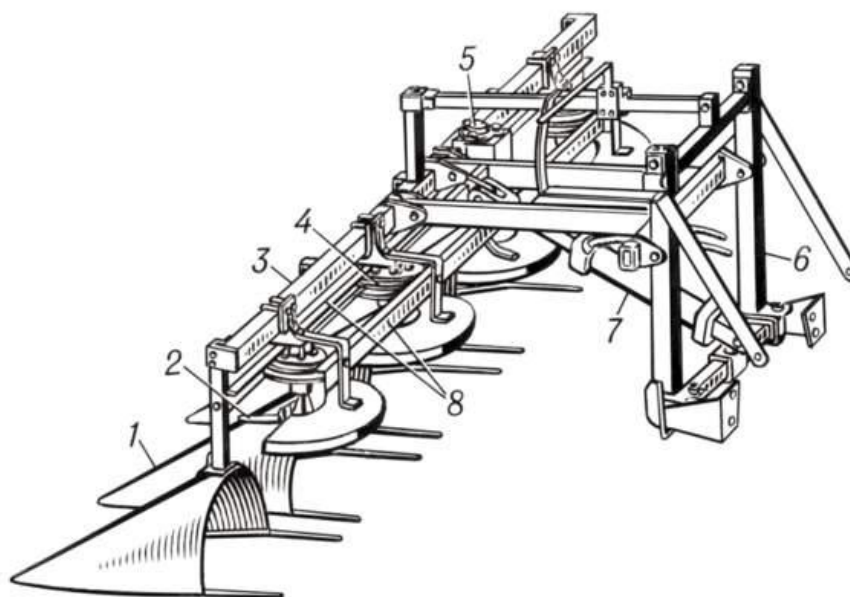


Рисунок 1. Устройство ЧВХ-4:

1 – кустонаправитель; 2, 4 – ножи; 3 – брус; 5 – редуктор конический; 6 – рама;
7 – гидроцилиндр; 8 – ограждение [5]

Figure 1. The device of the ChVH-4:

1 – bush guides; 2, 4 – knives; 3 – timber; 5 – conical gearbox; 6 – frame;
7 – hydraulic cylinder; 8 – guard [5]

Механизированный способ чеканки верхушек хлопчатника является достаточно энергоёмким процессом, сопровождается повышенной запыленностью воздуха. Расчетная производительность машинно-тракторного агрегата (МТА) на II передаче при 10%-ном буксовании составляет около 1,15 га/час (8 га/см).

В процессе механизированной чеканки хлопчатника при срезании побегов одновременно срезаются и созревшие коробочки хлопчатника, что приводит к потере урожайности в пределах 4–6%. Из-за соприкосновения с трудно срезаемыми побегами ножи быстро стачиваются, деформируются и ломаются, что приводит к снижению надежности установки и качества чеканки хлопчатника, а также процесс является травмоопасным для тракториста. Кроме того, конструкция металлоемкая, а ременная передача привода ножей конструкции ненадежна, т. к. наблюдается проскальзывание и обрыв ремня привода.

Энергоёмкость МТА существенно снижается при сочетании чеканки с междурядной обработкой почвы.

Для чеканки кроны растений применяется также устройство с электроискровым разрядом, содержащее металлический рукав, к которому шарнирно прикреплены две металли-

ческие стойки. Стойки закреплены на поперечной металлической раме. На раме посредством кронштейнов смонтирован заземленный электрод. Последний выполнен в виде двух изогнутых пластин, соединенных между собой с помощью шарнира. К внутренней поверхности электрода прикреплены диэлектрические пластины, выполненные в виде треугольника с отверстиями, через которые пропущены стержневые металлические электроды. Электроды подключены к положительному зажиму источника электроискровых разрядов, а отрицательный зажим заземлен.

В устройстве под свод каждого электрода смонтировано по шесть диэлектрических пластин и по 2–4 стержневых металлических электрода. Устройство монтируется на тракторе. Источником электроискровых разрядов служит генератор.

Данное устройство отличается сложностью и металлоёмкостью конструкции, низкой эффективностью функционирования. Работа данного устройства сопровождается повреждением растений из-за невозможности регулирования расстояния между рядами посева.

Достаточно обнадеживающие результаты были получены при испытании навесного электроискрового агрегата для чеканки хлоп-

чатника, состоящего из основной направляющей рейки для прикрепления (монтирования) к пропашному культиватору, агрегатированному трактором МТЗ-80Х; установочной рейки для регулирования высоты электродов, прикрепленной к основной рейке; установочной рейки для регулирования ширины вертикальных стоек, прикрепленной к основной рейке; изогнутых электродов (из стали, алюминия или меди) и изоляторов; синхронного трехфазного генератора и выпрямительного моста (рис. 2).



Рисунок 2. Электроискровое устройство для чеканки верхушек хлопчатника
Figure 2. Electric spark device for minting cotton tops

Электроискровое устройство крепится на раму пропашного культиватора, агрегатируемого колесным трактором хлопковой модификации (МТЗ-80Х, Т-28Х4). Установка и крепление оборудования на пропашной культиватор осуществляется при помощи жесткой рамы. На задней части трактора установлен генератор с приводом от вала отбора мощности. Имеется преобразующее устройство и повышающий трансформатор. Повышенное напряжение подается к согнутым электродам, установленным с определенным зазором на раме для формирования стабильного электрического импульсного разряда, необходимого для электроискровой обработки верхушек хлопчатника.

Работа электроискрового устройства отличается высокими энергетическими затратами и низкой эффективностью процесса чеканки из-за недостаточной электропроводности верхушек хлопчатника. Кроме того, верхушка

стебля хлопчатника, подлежащая чеканке из-за высокой запыленности воздуха, обусловленной сухим жарким климатом, частыми обработками почвы между рядами растений, а также из-за пыльных бурь, покрывается слоем мелких частиц почвы, что заметно снижает электропроводность стебля. Из-за перечисленных условий влажность верхушки стебля хлопчатника бывает недостаточной для эффективного и качественного проведения чеканки электроискровым методом.

Поставленная цель (снижение энергетических затрат и повышение эффективности процесса чеканки верхушек хлопчатника) обеспечивается за счет оснащения аппарата рифлеными роликами для смятия верхушек хлопчатника, а также впрыскивания увлажняющей жидкости, благодаря чему повышается электрическая проводимость растения, обрабатываемой электроискровым способом за счет снижения его электрической прочности (рис. 3).



Рисунок 3. Электромеханическое устройство для чеканки верхушек хлопчатника
Figure 3. Electromechanical device for minting cotton tops

Чеканка осуществляется искровым пробоем (или прожигом) верхней части стебля хлопчатника путем прохождения электрического тока между электродами разрядного промежутка. Расход электроэнергии окупается относительно высокой стоимостью хлопка [6–8].

Ожидаемый уровень повышения урожайности может составить более 10% по отношению к ручной или механической чеканке, обеспечивая при этом высокий уровень авто-

матизации процесса. Это обусловлено также общим воздействием искрового разряда постоянного тока на весь стебель хлопчатника, интенсифицируя рост урожайности. Характер такого воздействия аналогичен эффекту повышения урожайности в годы увеличенной грозовой активности [9].

Устройство (рис. 4) для электромеханической чеканки верхушек хлопчатника состоит из пропашного трактора 1 (например, марки МТЗ-80Х), электрического генератора 3, приводимого в движение от вала отбора мощности (ВОМ) 2, с преобразователем тока, а также из навешиваемых (прикрепляемых) к про-

пашному культиватору (не показан на рисунке) секций 4 устройства. Генератор соединен с ВОМ при помощи переходной муфты 5. Секции устройства (аппарата) 6 для электромеханической чеканки хлопчатника прикреплены к пропашному культиватору, агрегированному трактором 1. Устройство состоит также из гидравлической системы для предварительного увлажнения верхушек хлопчатника, состоящей из емкости 7 для жидкости, регулирующего крана 8, насоса 9 для создания необходимого напора жидкости, гибких шлангов 10 и насадок 11 для впрыскивания жидкости.

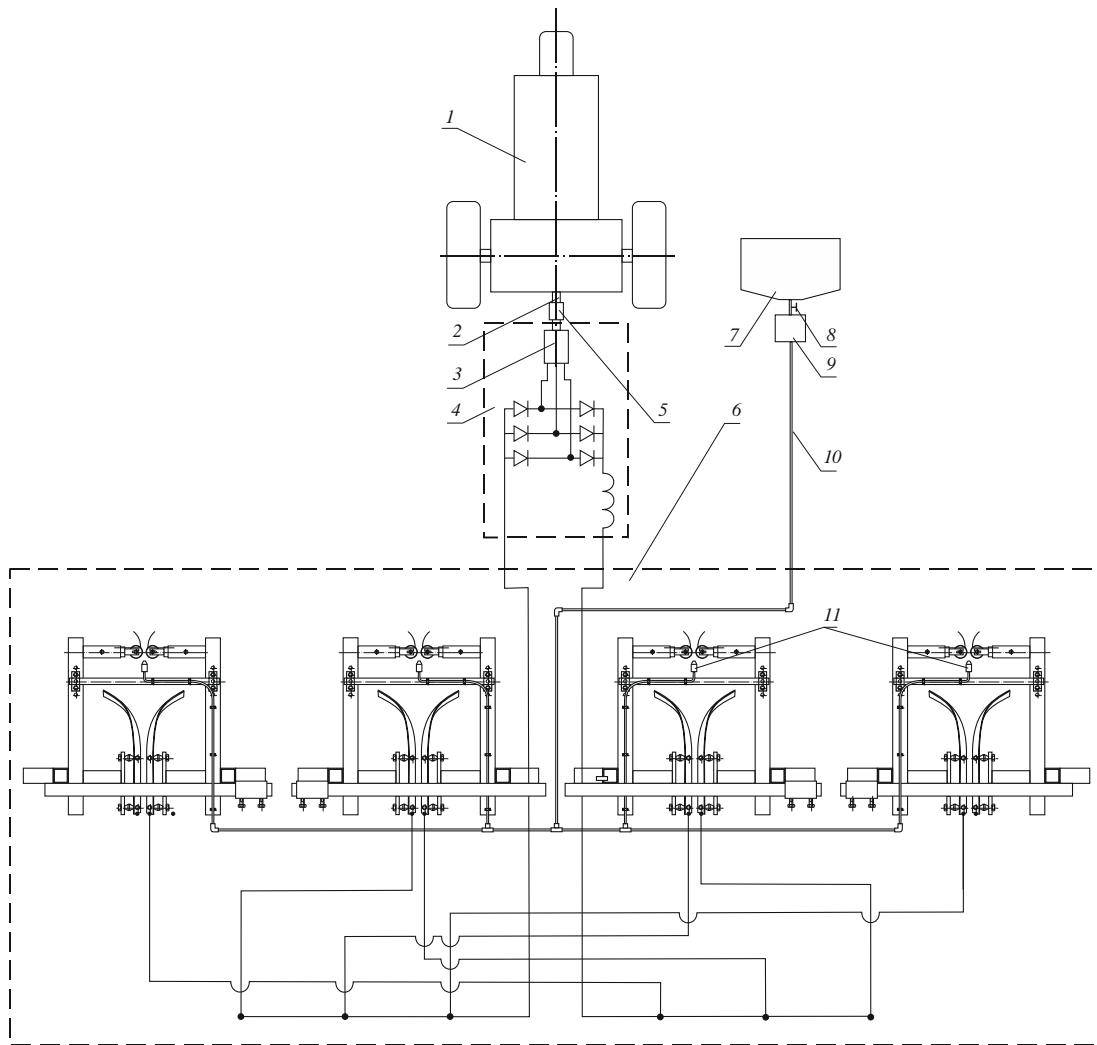


Рисунок 4. Агрегат для электромеханической чеканки верхушек хлопчатника:

1 – трактор; 2 – вал отбора мощности (ВОМ); 3 – генератор; 4 – преобразователь тока; 5 – муфта; 6 – секции устройства для электромеханической чеканки хлопчатника; 7 – емкость для жидкости; 8 – регулировочный кран; 9 – насос; 10 – гибкий шланг; 11 – насадка для впрыскивания жидкости

Figure 4. Unit for electromechanical minting of cotton tops:

1 – tractor; 2 – power take-off shaft (PTO); 3 – generator; 4 – current converter; 5 – clutch; 6 – sections of the device for electromechanical cotton stamping; 7 – liquid container; 8 – control valve; 9 – pump; 10 – flexible hose; 11 – liquid injection nozzle

Секция для чеканки верхушек хлопчатника (рис. 5) имеет раму, состоящую из двух вертикальных реек 2 квадратного профиля, к нижней части которой под прямым углом приварены квадратные профили большего размера (пятки) 3, обеспечивающие свободное перемещение нижних Т-образных поперечных реек 4, вставленных в них.

На Т-образные рейки прикреплены разрядные металлические электроды 5 (из стали, алюминия или меди) с изоляторами 6 при помощи болтового соединения 7. Необходимая ширина зазора между электродами регулируется при помощи болтов 8, ввернутых в профили 3 (пятки) вертикальных реек 2. Верхние части вертикальных реек 2 подвижно посажены в рейки, приваренные под прямым углом к верхней поперечной рейке 9, при помощи которой секции устройства для чеканки верхушек хлопчатника устанавли-

ваются на пропашном культиваторе (не показан на рисунке).

Необходимая высота установки электродов 5 регулируется и фиксируется при помощи болтов 10. Регулирование и фиксирование длины рейки 9, необходимый для прикрепления устройства на пропашном культиваторе, осуществляется при помощи муфты 11. К рейкам 2 приварены продольные рейки 13 для установки устройства для механического смятия верхушек хлопчатника 14, а также поперечная переключина 15, которая служит для обеспечения жесткости конструкции и прикрепления гибкого шланга с насадкой 1 для увлажнения (при необходимости для химической обработки) верхушек хлопчатника.

Устройство для смятия верхушек хлопчатника показано на рисунке 6.

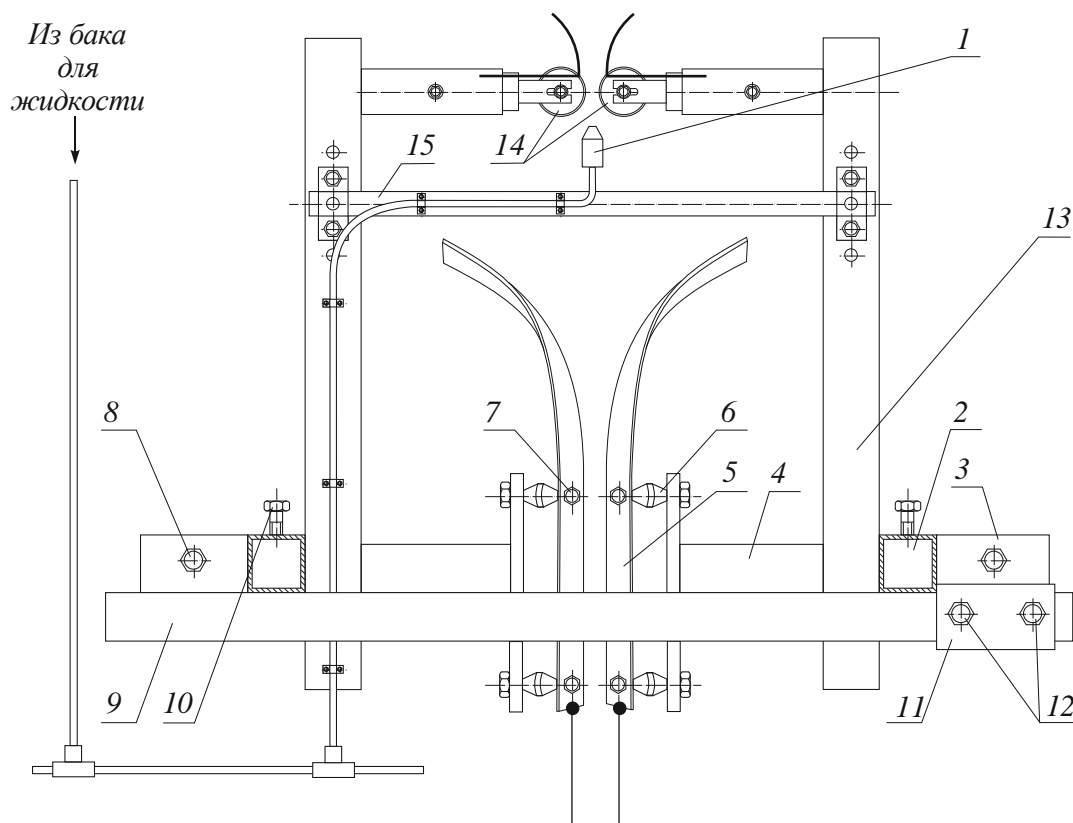


Рисунок 5. Секция устройства для электромеханической чеканки верхушек хлопчатника:

1 – насадка для впрыскивания жидкости; 2 – рейки квадратного профиля; 3 – квадратные профили (пятки); 4 – нижние Т-образные поперечные рейки; 5 – разрядные металлические электроды; 6 – изоляторы; 7, 8, 10, 12 – болты; 9 – поперечная рейка; 11 – муфта; 13 – продольные рейки; 14 – устройство для механического смятия верхушек хлопчатника в виде рифленых, подпружиненных роликов; 15 – поперечная переключина

Figure 5. Section of the device for electromechanical minting of cotton tops:

1 – liquid injection nozzle; 2 – square profile rails; 3 – square profiles (heels); 4 – lower T-shaped cross rails; 5 – discharge metal electrodes; 6 – insulators; 7, 8, 10, 12 – bolts; 9 – crossbar; 11 – coupling; 13 – longitudinal bars; 14 – device for mechanical crushing of cotton tops in the form of corrugated, spring-loaded rollers; 15 – crossbar

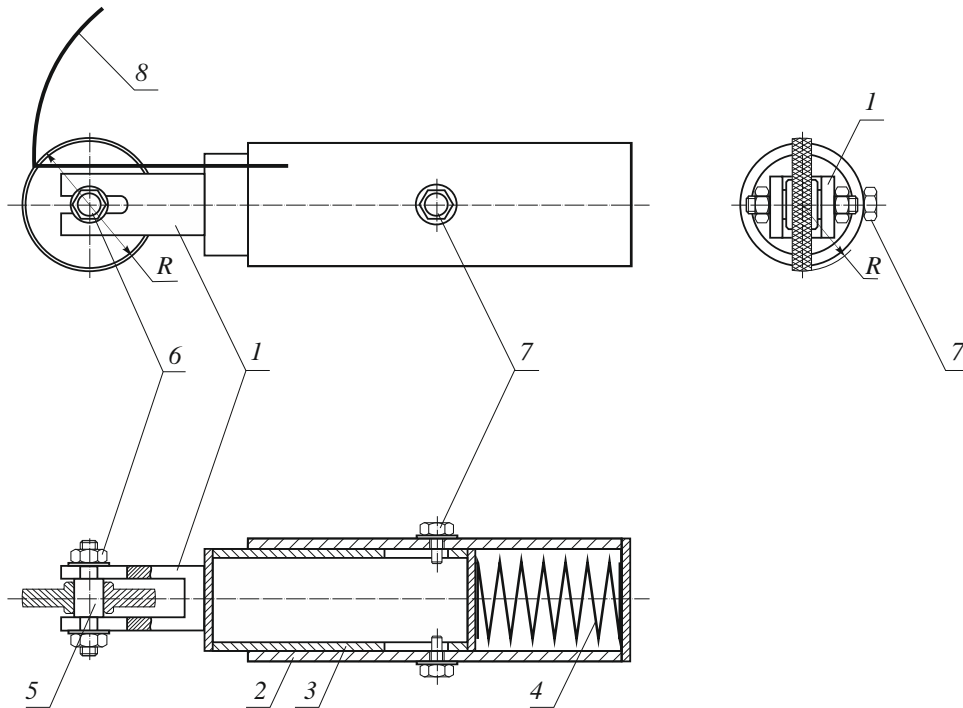


Рисунок 6. Устройство для смятия верхушек хлопчатника с рифлеными подпружиненными роликами: 1 – вилка телескопической штанги; 2 – внешний стакан; 3 – внутренний стакан; 4 – цилиндрическая пружина сжатия; 5 – ось переменного сечения; 6 – гайка; 7 – специальный болт; 8 – кустонаправитель

Figure 6. Device for crushing cotton tops with ribbed spring-loaded rollers:

1 – telescopic rod fork; 2 – outer cup; 3 – inner cup; 4 – cylindrical compression spring; 5 – variable cross-section axis; 6 – nut; 7 – special bolt; 8 – bush guides

Устройство представляет собой рифленые, подпружиненные ролики, установленные на вилках 1 телескопических штанг, обеспечивающих регулирование расстояния между роликами. Оно состоит из внешнего 2 и внутреннего 3 стаканов квадратного поперечного сечения, цилиндрической пружины сжатия 4 между стаканами для обеспечения гибкости в работе роликов при смятии верхушек хлопчатника, способствующей улучшению их электроискровой обработки. Внешний стакан горизонтально под прямым углом прикреплен к горизонтальной рейке. При этом внутренний стакан свободно перемещается внутри внешнего стакана. На торце внутреннего стакана приварена вилка 1 с прорезью для установки ролика. Прорези на вилках выполнены достаточно глубоко, чтобы можно было регулировать зазор между рабочими поверхностями роликов, свободно посаженных на оси переменного сечения 5, положение которых фиксируется гайками 6. На поверхности роликов выполнены рифления для предотвращения проскальзывания между растением и роликами. Ограничение

осевого перемещения внутреннего стакана в наружном стакане осуществляется при помощи специальных болтов 7, ввернутых во внутренний стакан. Кустонаправители 8, прикрепленные к внутреннему стакану, способствуют формированию строгой линии верхушек хлопчатника для подачи растений в зазор между роликами.

Принцип работы устройства заключается в следующем: производится установка навесного агрегата на раму пропашного культиватора, агрегатированного трактором МТЗ-80Х. Выполняется регулирование зазора между электродами и рифлеными роликами для предварительного смятия верхушек хлопчатника. Заправляются емкости для предварительного опрыскивания верхушек хлопчатника, регулируется подача жидкости краном и соединяется насос в электрическую систему трактора. Устанавливается генератор марки ОС-51-1 и соединяется ВОМ с валом генератора при помощи переходной муфты, после чего производится соединение силовых кабелей от генератора к выпрямительному мосту и к разрядным электродам.

Запускается двигатель трактора, выбирается необходимая передача в соответствии со скоростным режимом согласно агротехническим требованиям и осуществляется чеканка верхушек хлопчатника. При этом движение машинно-тракторного агрегата производится строго по линии кустов хлопчатника. Периодически проверяется качество процесса чеканки.

Выводы. 1. С целью усовершенствования устройства для электромеханической чеканки верхушек хлопчатника предусмотрено приспособление для предварительного смятия верхушек хлопчатника в зоне их электроискровой чеканки (в передней части устройства), представляющее собой пару рифленых подпружиненных роликов, свободно посаженных на ступенчатой оси, имеющих радиус закругления на рабочей поверхности, равный радиусу роликов, установленных перед разрядными электродами горизонтально на продольных рейках, с возможностью регулирования расстояния между роликами за счет ограничения свободного осевого перемещения внутреннего стакана в наружном стакане при помощи болтов, ввернутых на наружном стакане и входящих в прорези внутреннего стакана.

2. Предварительное смятие верхушек хлопчатника перед электроискровой обработкой способствует повышению их электрической проводимости за счет снижения электрической прочности, в результате которого достигается снижение энергетических затрат и повышение эффективности процесса чеканки верхушек хлопчатника.

3. Для повышения эффективности и снижения энергозатрат за счет устойчивости процесса электроискровой обработки верхушек хлопчатника, а также с целью обеспечения универсальности функционирования устройство оснащено гидросистемой для впрыскивания увлажняющей жидкости, в качестве которой можно использовать жидкие препараты для одновременного увлажнения и химической обработки хлопчатника. Гидравлическая система содержит емкость для жидкости, насос и специальные насадки, расположенные перед разрядными электродами в зоне их электроискровой чеканки для предварительного увлажнения верхушек хлопчатника.

4. Устройство для электромеханической чеканки хлопчатника оснащено формирователем строгой линии верхушек хлопчатника для подачи растений в зазор между роликами в виде серповидных направляющих, прикрепленных к наружным стаканам.

Список литературы

1. Шогенов Ю. Х., Романовский Ю. М. Исследование влияния микротоковой стабилизации продольной электрической полярности растения на его рост и развитие в условиях микрогравитации // Техника и оборудование для села. 2018. № 12. С. 34–37. EDN: YQZJVB
2. Реакции растений на локальное электромагнитное излучение в широком диапазоне длин волн / Ю. Х. Шогенов, Ю. М. Романовский, А. Ю. Измайлов, Е. А. Миронова // Техника и оборудование для села. 2018. № 2. С. 27–30. EDN: YTUYPY
3. Шогенов Ю. Х., Романовский Ю. М. Отклики растений на действие локального низкоинтенсивного электромагнитного излучения в инфракрасном и миллиметровом диапазонах длин волн // Современные задачи инженерных наук: материалы VI Международного научно-технического симпозиума «Современные энерго- и ресурсосберегающие технологии СЭТТ – 2017». Москва: ФГБОУ ВО Московский университет дизайна и технологий, 2017. Т. 1. С. 163–167. EDN: VSIRRR
4. Шогенов Ю. Х., Измайлов А. Ю., Третьяков Н. Н. Влияние низкоэнергетических электрических потенциалов на адаптацию семенных растений огурца при действии неблагоприятных факторов окружающей среды // Техника и оборудование для села. 2017. № 2. С. 14–17. EDN: XXRSKX
5. Шогенов Ю. Х., Измайлов А. Ю., Романовский Ю. М. Реакции высших растений на действие низкоинтенсивного локального электромагнитного излучения в УФ-, видимом, инфракрасном и миллиметровом диапазонах длин волн // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 1. С. 21–23. EDN: YINOJV
6. Длительное действие слабых постоянного и переменного магнитных полей на онтогенез и метаболизм растений / Г. В. Новицкая, Д. Р. Молоканов, М. В. Добровольский [и др.] // Организация и регу-

ляция физиолого-биохимических процессов: сборник статей. Воронеж: ООО Центрально-Черноземное книжное издательство, 2017. Т. 19. С. 4–12. EDN: ZUYUYB

7. Топорков В. И., Королев В. А. Интенсификация электроимпульсных процессов в агротехнологиях // Вестник аграрной науки Дона. 2017. № 3(39). С. 1–10. EDN: ZVHYKR

8. Юдаев И. В., Кокурин Р. Г., Грачёва Н. Н. Автоматизация процесса электроимпульсной обработки растительного сырья // Вестник аграрной науки Дона. 2022. Т. 15. № 1(57). С. 14–23. DOI: 10.55618/20756704_2022_15_1_14-23. EDN: WXWDPW

9. Eshtiaghi M.N., Knorr D. High electric field pulse treatment: potential for sugar beet processing // Journal of Food Engineering. 2002. Vol. 52. No. 3. Pp. 265–272. DOI: 10.1016/S0260-8774(01)00114-5. EDN: ATYRIL

References

1. Shogenov Yu.Kh., Romanovsky Yu.M. Investigation of the influence of microcurrent stabilization of the plant longitudinal electric polarity on its growth and development in microgravity. *Machinery and equipment for rural area*. 2018;(12):34–37. (In Russ.). EDN: YQZJBB

2. Shogenov Yu.Kh., Romanovskiy Yu.M., Izmailov A.Yu., Mironova E.A. Reactions of plants to local electromagnetic radiation in a wide wavelength range. *Machinery and equipment for rural area*. 2018;(2):27–30. (In Russ.). EDN: YTUYPY

3. Shogenov Yu.K., Romanovsky Yu.M. Responses of plants on the action of local low-intensive electromagnetic radiation in infrared and millimeter range wave lengths. *Sovremennye zadachi inzhenernykh nauk: materialy VI Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo simpoziuma «Sovremennye energo- i resursosberegayushchie tekhnologii SETT – 2017»* [Modern tasks of engineering sciences: Proceedings of the VI International scientific and technical symposium "Modern energy – and resource-saving technologies SETT – 2017"]. Moscow: FGBOU VO Moskovskij universitet dizajna i tekhnologij, 2017. Vol. 1. Pp. 163–167. (In Russ.). EDN: VSIRRR

4. Shogenov Yu.Kh., Izmailov A.Yu., Tretyakov N.N. Influence of low-energy electric potentials on adaptation of cucumber seed plants under adverse environment factors. *Machinery and equipment for rural area*. 2017;(2):14–17. (In Russ.). EDN: XXRSKX

5. Shogenov Yu.Kh., Izmaylov A.Yu., Romanovskiy Yu.M. The higher plants response to the low-intensity local electromagnetic radiation in the UV-, visible, infrared and millimeter wavelength ranges. *Vestnik of the Russian agricultural science*, 2017;(1):21–23. (In Russ.). EDN: YINOJV

6. Novickaya G.V., Molokanov D.R., Dobrovolskij M.V. [et al.]. Long-term effect of weak constant and alternating magnetic fields on the ontogenesis and metabolism of plants. *Organizaciya i regulyaciya fiziologo-biohimicheskikh processov: sbornik statej* [Organization and regulation of physiological and biochemical processes: a collection of articles]. Voronezh: ООО Central'no-Chernozemnoe knizhnoe izdatel'stvo, 2017. Vol. 19. Pp. 4–12. (In Russ.). EDN: ZUYUYB

7. Toporkov V.I., Korolev V.A. Intensification of electropulse processes in agricultural technologies. *Don agrarian science bulletin*. 2017;3(39):1–10. (In Russ.). EDN: ZVHYKR

8. Yudaev I.V., Kokurin R.G., Gracheva N.N. Automation of the process of electro pulse processing of vegetable raw materials. *Don agrarian science bulletin*. 2022;15(1-57):14–23. (In Russ.). DOI: 10.55618/20756704_2022_15_1_14-23. EDN: WXWDPW

9. Eshtiaghi M.N., Knorr D. High electric field pulse treatment: potential for sugar beet processing. *Journal of Food Engineering*. 2002;52(3):265–272. DOI:10.1016/S0260-8774(01)00114-5. EDN: ATYRIL

Сведения об авторах

Умирзоков Ахмад Маллабоевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта, Таджикский технический университет имени академика М. С. Осими, SPIN-код: 2360-1535

Абаев Александр Хасанович – кандидат технических наук, доцент кафедры техники и технологии наземного транспорта, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет», SPIN-код: 6550-3848

Туразода Фазлидини Олимхуча – старший преподаватель кафедры электрификации и автоматизации сельского хозяйства, Таджикский аграрный университет имени Ш. Шохтемура, SPIN-код: 2360-1535

Information about the authors

Akhmad M. Umirzokov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Motor Transport Operation, Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi, SPIN-code: 2360-1535

Aleksandr Kh. Abaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Land Transport Engineering and Technology, Gorsky State Agrarian University, SPIN-code: 6550-3848

Fazliddini O. Turazoda – Senior Lecturer of the Department of Electrification and Automation of Agriculture, Tajik Agrarian University named after Sh. Shokhtemur, SPIN-code: 2360-1535

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 22.01.2026;
одобрена после рецензирования 11.02.2026;
принята к публикации 19.02.2026.*

*The article was submitted 22.01.2026;
approved after reviewing 11.02.2026;
accepted for publication 19.02.2026.*

Научная статья
УДК 621.313.333
DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-111-116

Исследование роторно-кавитационного нагревателя жидкости с приводом от асинхронного электродвигателя

Марат Мухамедович Хамоков^{✉1}, Олеся Хаутиевна Кильчукова²,
Артур Мухамедович Сохроков³, Джамалдин Тамирланович Габачиев⁴
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

¹h-mm_1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-1546>

²energo_80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9796-3775>

³ya.kantik-2013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0873-7715>

⁴jantik_07@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-0567-816X>

Аннотация. В статье представлены результаты исследования роторно-кавитационного нагревателя жидкости (РКНЖ), в котором преобразование механической энергии во вращающемся потоке осуществляется за счёт кавитационных процессов, возникающих в рабочей полости ротора. Привод установки выполнен на базе асинхронного электродвигателя мощностью 7,5 кВт с частотой вращения 3000 об/мин. Проведено экспериментальное исследование зависимости тепловой мощности и коэффициента преобразования энергии от скорости вращения ротора и расхода жидкости, выполненное с применением термопар, расходомера и ваттметра. Показано, что при оптимальных режимах кавитации достигается нагрев воды от 20 до 80 °С при коэффициенте преобразования $\eta=1,5-2,3$. Полученные результаты сопоставлены с характеристиками газового котла аналогичной тепловой мощности и подтверждают преимущество РКНЖ по энергоэффективности и экологичности. Установлено, что при равной тепловой мощности удельное энергопотребление кавитационного нагревателя на 40–50% ниже, а прямые выбросы CO₂ отсутствуют. Отмечено, что РКНЖ не требует топливной инфраструктуры, обладает малой инерционностью выхода на рабочий режим и совместим с возобновляемыми источниками электроэнергии. Результаты исследования подтверждают перспективность применения РКНЖ в системах децентрализованного теплоснабжения, технологическом подогреве и утилизации низкопотенциального тепла. Полученные данные позволяют рекомендовать данный тип установки для дальнейших масштабных исследований в целях оптимизации геометрии ротора и комплексной экономической оценки практической применимости для предприятий в различных климатических зонах.

Ключевые слова: роторно-кавитационный нагреватель, гидродинамическая кавитация, тепловой насос, асинхронный электродвигатель, альтернативная энергетика, энергоэффективность, котёл

Для цитирования: Хамоков М. М., Кильчукова О. Х., Сохроков А. М., Габачиев Д. Т. Исследование роторно-кавитационного нагревателя жидкости с приводом от асинхронного электродвигателя // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 111–116. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-111-116

Original article

Study of a rotary-cavitation liquid heater driven by an asynchronous electric motor

Marat M. Khamokov^{✉1}, Olesya Kh. Kilchukova², Artur M. Sokhrokov³,
Dzhamaldin T. Gabachiev⁴

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

¹h-mm_1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4736-1546>

²energo_80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9796-3775>

³ya.kantik-2013@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0873-7715>

⁴jantik_07@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-0567-816X>

Abstract. This article presents the results of a study of a rotary cavitation liquid heater (RCLH), in which mechanical energy in a rotating flow is converted through cavitation processes occurring in the rotor's working cavity. The unit's drive is based on a 7,5 kW asynchronous electric motor with a rotational speed of 3000 rpm. Experimental studies of the dependence of thermal power and energy conversion efficiency on rotor speed and fluid flow rate were conducted using thermocouples, a flow meter, and a wattmeter. It was demonstrated that, under optimal cavitation conditions, water heating from 20 to 80 °C is achieved with a conversion efficiency of $\eta=1,5-2,3$. The obtained results are compared with the characteristics of a gas boiler of similar thermal capacity and confirm the advantages of the RCLH in terms of energy efficiency and environmental friendliness. It was found that, with equal thermal power, the specific energy consumption of the cavitation heater is 40–50% lower, and direct CO₂ emissions are absent. It was noted that the RCLH does not require a fuel infrastructure, has a low startup time, and is compatible with renewable energy sources. The study's results confirm the potential of RCLH for use in decentralized heating systems, process heating, and low-grade heat recovery. The obtained data allow this type of installation to be recommended for further large-scale research, rotor geometry optimization, and a comprehensive economic assessment of its practical applicability for various enterprises in various climatic zones.

Keywords: rotary cavitation heater, hydrodynamic cavitation, heat pump, asynchronous electric motor, alternative energy, energy efficiency, boiler

For citation: Khamokov M.M., Kilchukova O.Kh., Sokhrokov A.M., Gabachiev D.T. Study of a rotary-cavitation liquid heater driven by an asynchronous electric motor. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):111–116. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-111-116

Введение. Современное развитие энергетики характеризуется стремлением к снижению углеродного следа и повышению эффективности преобразования различных видов энергии в тепловую [1]. Традиционные методы теплоснабжения, основанные на сжигании природного газа и жидких топлив, сопровождаются значительными выбросами углекислого газа и требуют развитой инфраструктуры для транспортировки и хранения топлива. В связи с этим особую актуальность приобретают альтернативные технологии, обеспечивающие производство тепловой энергии без прямого сгорания топлива, среди которых значительное место занимают системы на основе физических эффектов кавитации.

Кавитация представляет собой процесс образования и последующего схлопывания паровых пузырьков в жидкости при снижении локального давления ниже давления насыщенных паров [2]. Энергия, выделяющаяся при схлопывании кавитационных пузырьков, приводит к интенсивному локальному нагреву жидкости, что позволяет использовать данный эффект в качестве источника тепла. Наиболее эффективно кавитационные процессы реализуются в устройствах, где создаются высокие градиенты скоростей потока, в частности – в роторно-кавитационных нагревателях жидкости (РКНЖ).

РКНЖ представляют собой устройства, в которых вращающийся ротор с отверстиями или канавками создает зону пониженного давления и вихревое движение жидкости. При этом в зазоре между ротором и статором формируются кавитационные зоны, обеспечивающие преобразование механической энергии вращения в тепловую [3]. В отличие от традиционных электрических нагревателей, тепловая энергия в РКНЖ генерируется не за счёт сопротивления проводника, а в результате гидродинамических явлений, что обеспечивает более высокий коэффициент преобразования.

Дополнительное преимущество таких установок заключается в простоте конструкции и возможности использования стандартных электрических приводов. Наиболее распространённым решением является применение асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, отличающихся надёжностью, устойчивостью к перегрузкам и доступностью на рынке [4].

Несмотря на значительное количество экспериментальных и теоретических работ, посвящённых кавитационным теплогенераторам, до настоящего времени остаются актуальными вопросы оптимизации конструкции ротора, оценки энергетических характеристик

в различных режимах работы, а также сравнительного анализа с традиционными системами теплоснабжения, в первую очередь – с газовыми котлами [5, 6]. Проведение таких исследований необходимо для определения потенциальных областей применения роторно-кавитационных нагревателей в коммунально-бытовой и промышленной энергетике [7], а также для оценки их экономической целесообразности в условиях перехода к низкоуглеродной экономике [8].

Цель исследования – определение зависимости тепловой мощности и коэффициента преобразования энергии роторно-кавитационного нагревателя жидкости от частоты вращения ротора, от привода асинхронного электродвигателя и расхода жидкости, а также сравнение полученных показателей с характеристиками традиционных газовых котлов.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследование проводилось на лабораторной установке РКНЖ мощностью 7,5 кВт с асинхронным электродвигателем ($n=3000$ об/мин). Рабочей средой служила вода при температуре на входе 20 °С. Основные элементы установки включали корпус из нержавеющей стали, ротор с радиальными отверстиями диаметром 5 мм, систему циркуляции жидкости и измерительный комплекс (термопары, расходомер, ваттметр) [9, 10]. Энергетические показатели определялись по формулам [3]:

$$Q_{\text{тепл}} = Gc_p(t_2 - t_1); \quad (1)$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{тепл}}}{P_{\text{эл}}}, \quad (2)$$

где

G – массовый расход жидкости;

c_p – удельная теплоёмкость воды;

t_2, t_1 – температуры на входе и выходе;

$P_{\text{эл}}$ – потребляемая мощность электродвигателя.

Результаты исследования. В ходе экспериментального исследования роторно-кавитационного нагревателя жидкости (РКНЖ) были получены зависимости между основными эксплуатационными параметрами: частотой вращения ротора n , расходом жидкости G , температурным напором $\Delta T = t_2 - t_1$, потребляемой электрической

мощностью $P_{\text{эл}}$ и тепловой мощностью установки Q_T .

1. Энергетический баланс установки. Основной расчёт тепловой мощности проводился по уравнению теплового баланса:

$$Q_T = G \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1), \quad (3)$$

где

Q_T – тепловая мощность, Вт;

G – массовый расход жидкости, кг/с;

c_p – удельная теплоёмкость воды, Дж/(кг °С);

t_2, t_1 – температура воды на входе и выходе соответственно.

Потребляемая электрическая мощность определялась как:

$$P_{\text{эл}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (4)$$

где

U – линейное напряжение сети;

I – ток;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности двигателя.

Коэффициент преобразования энергии (аналог теплового коэффициента COP для тепловых насосов) рассчитывался по выражению:

$$\eta = \frac{Q_T}{P_{\text{эл}}}. \quad (5)$$

Для исследуемого диапазона частот 1500–3000 об/мин получены значения $\eta = 1,3$ – $1,7$, что свидетельствует о более эффективном использовании электроэнергии по сравнению с прямым электрическим нагревом.

2. Гидродинамические параметры кавитационного процесса. Одним из определяющих факторов эффективности кавитационного теплогенератора является кавитационное число:

$$\sigma = \frac{P - P_v}{0,5 \cdot \rho v^2}, \quad (6)$$

где

P – статическое давление в жидкости;

P_v – давление насыщенных паров при рабочей температуре;

ρ – плотность жидкости;

v – средняя скорость потока в зазоре между ротором и статором.

При $\sigma < 1$ наблюдается устойчивая кавитация, обеспечивающая максимальную интен-

сивность тепловыделения. При дальнейшем снижении σ кавитационные пузырьки начинают объединяться в крупные газовые полосы, что приводит к снижению теплопередачи и вибрационным эффектам.

Скорость потока в зазоре оценивалась как:

$$v = \frac{\pi D n}{60}, \quad (7)$$

где

D – диаметр ротора (в данном случае 0,08 м);
 n – частота вращения в об/мин. При $n = 3000$ об/мин скорость потока составляла $v = 12,6$ м/с, что соответствует оптимальному кавитационному режиму для воды при 20–80 °С [3].

3. Эмпирические зависимости. Экспериментально установлено, что тепловая мощность установки изменяется пропорционально квадрату частоты вращения ротора:

$$Q_T = k_1 \cdot n^2, \quad (8)$$

где

$k_1 = 1,1 \cdot 10^3$ при исследуемых условиях.

Потребляемая мощность электродвигателя растёт практически линейно:

$$P_{эл} = k_2 \cdot n + P_0, \quad (9)$$

где

P_0 – мощность холостого хода;

$k_2 = 1,8 \cdot 10^3$.

Таким образом, коэффициент преобразования энергии $\eta = Q_T / P_{эл}$ достигает максимума при $n = 2700$ – 2900 об/мин, когда кавитационные процессы наиболее стабильны.

4. Сравнение с газовыми котлами. Для оценки практической эффективности РКНЖ была проведена сравнительная характеристика с газовым котлом мощностью 10 кВт. Сравнение выполнено по энергетическим и эксплуатационным показателям (табл. 1).

При равной тепловой мощности удельное энергопотребление РКНЖ на 40–50% ниже, а срок выхода на рабочий режим в 4–5 раз короче. Это объясняется отсутствием потерь на горение и передачей тепла через теплообменные поверхности, а также прямым выделением тепла в объёме жидкости.

5. Оценка энергоэффективности. Для оценки экономического эффекта можно ввести показатель удельных затрат энергии:

$$E_{yd} = \frac{P_{эл}}{Q_T}, \quad (10)$$

Таблица 1. Результаты сравнения газового котла с роторно-кавитационным нагревателем
Table 1. Results of comparison of a gas boiler with a rotary cavitation heater

Показатель	Газовый котел	Роторно-кавитационный нагреватель
Тепловая мощность, кВт	10	10
КПД	0,9–0,92	1,5–2,3
Удельное энергопотребление, кВт·ч/Гкал	100	45–55
Время выхода на режим, мин	10–15	2–3
Выбросы CO ₂ , кг/Гкал	≈250	0
Необходимость топливной инфраструктуры	есть	нет

который для РКНЖ составляет $E_{yd} = 0,45$ – $0,55$ кВт·ч/кВт·ч, тогда как для газового котла (с учётом КПД 0,9) – около 1,1 кВт·ч/кВт·ч в пересчёте на тепловой эквивалент.

Таким образом, проведённые исследования показали, что роторно-кавитационный нагреватель жидкости способен обеспечивать вдвое большую энергоэффективность по сравнению с газовым теплогенератором, полностью исключая выбросы загрязняющих веществ и потребность в топливной и инфраструктуре.

Выводы

1. Роторно-кавитационный нагреватель жидкости с приводом от асинхронного электродвигателя обеспечивает коэффициент преобразования энергии до 2,3, что превышает эффективность газовых котлов на 40–60%.

2. Экспериментально подтверждено, что оптимальная частота вращения ротора составляет 2500–3000 об/мин, при которой достигается максимальный тепловой эффект.

3. Отсутствие выбросов и необходимости топливной инфраструктуры делает РКНЖ экологически безопасной альтернативой традиционным системам отопления.

Список литературы

1. Горячев В. А., Михайлов А. Н. Кавитационные теплогенераторы: теория и практика. Москва: Энергоатомиздат, 2017. 137 с.
2. Лозовой И. П. Гидродинамическая кавитация в энергоустановках. Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2019. 113 с.
3. Иванов С. В., Козлов А. Ю. Энергетическая эффективность роторных кавитационных нагревателей // Теплоэнергетика. 2021. № 8. С. 52–59.
4. Brennen C.E. Cavitation and Bubble Dynamics. Cambridge University Press, 2014. 249 p.
5. Козлов А. В., Смирнов Е. Н. Сравнение эффективности кавитационных и газовых теплогенераторов // Вестник машиностроения. 2022. № 4. С. 35–41.
6. Тепловые станции на основе вихревых теплогенераторов / М. М. Хамоков, А. О. Шуков, Б. А. Фиापшев, О. М. Жабоев // Сборник научных трудов XI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Андрея Дмитриевича Сахарова. Нальчик, 2021. С. 173–177. EDN: AGIFRX
7. Фиапшев А. Г., Хамоков М. М., Кильчукова О. Х. Разработка альтернативных источников энерго-сбережения фермерских хозяйств // Владимирский земледелец. 2017. № 2. С. 35–36. EDN: PAYADR
8. Рекомендации по разработке экологически чистых и ресурсосберегающих альтернативных систем энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий: учебное пособие / А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов [и др.]. Нальчик, 2022. 112 с. ISBN 978-5-89125-195-3. EDN: YRVVUA
9. Шекихачев Ю. А., Шогенов Ю. Х. Перспективы использования возобновляемых источников энергии в сельскохозяйственном производстве // Инновационные решения в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2022. С. 146–149. EDN: GKJVYE
10. Апажев А. К., Шогенов Ю. Х., Шекихачев Ю. А. Обеспечение требуемой точности относительного положения деталей при сборке кривошипно-шатунного механизма двигателя // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 101–108. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-101-108. EDN: SOVIEW

References

1. Goryachev V.A., Mikhailov A.N. *Kavitacionnye teplogeneratory: teoriya i praktika* [Cavitation heat generators: theory and practice]. Moscow: Energoatomizdat, 2017. 137 p. (In Russ.)
2. Lozovoy I.P. *Gidrodinamicheskaya kavitaciya v energoustanovkah* [Hydrodynamic cavitation in power plants]. Saint Petersburg: Politekh-Press, 2019. 113 p. (In Russ.)
3. Ivanov S.V., Kozlov A.Yu. Energy efficiency of rotary cavitation heaters. *Thermal engineering*. 2021;(8):52–59. (In Russ.)
4. Brennen C.E. Cavitation and Bubble Dynamics. Cambridge University Press, 2014. 249 p.
5. Kozlov A.V., Smirnov E.N. Comparison of the efficiency of cavitation and gas heat generators. *Vestnik mashinostroeniya*. 2022;(4):35–41. (In Russ.)
6. Khamokov M.M., Shukov A.O., Fiapshev B.A., Zhaboev O.M. Heat stations based on vortex heat generators. *Sbornik nauchnyh trudov XI Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika Andrey a Dmitrievicha Saharova* [In the collection: Collection of scientific papers of the XI All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Academician Andrei Dmitrievich Sakharov. Nalchik, 2021. Pp. 173–177. (In Russ.). EDN: AGIFRX
7. Fiapshev A.G., Khamokov M.M., Kilchukova O.Kh. Development of alternative energy saving sources for farms. *Vladimir agricolist*. 2017;(2):35-36. (In Russ.). EDN: PAYADR
8. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetov L.M. [et al.]. *Rekomendacii po razrabotke ekologicheski chistyh i resursosberegayushchih al'ternativnyh sistem energosnabzheniya sel'skohozyajstvennyh predpriyatij: uchebnoe posobie* [Recommendations for the development of environmentally friendly and resource-saving alternative energy supply systems for agricultural enterprises: a tutorial]. Nalchik, 2022. 112 p. ISBN: 978-5-89125-195-3. (In Russ.). EDN: YRVVUA
9. Shekikhachev Yu.A., Shogenov Yu.Kh. Prospects for the use of renewable energy sources in agricultural production. *Innovacionnye resheniya v stroitel'stve, prirodoobustrojstve i mekhanizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr. Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoj konferencii* [Innovative solutions in construction, environmental management and mechanization of agricultural production: collection of scientific papers of the All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik, 2022. Pp. 146–149. (In Russ.). EDN: GKJVYE

10. Apazhev A.K., Shogenov Yu.Kh., Shekikhachev Yu.A. Ensuring the required accuracy of the relative position of parts during the assembly of the engine crank mechanism. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;1(39):101–108. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-101-108. EDN: SOVIEW

Сведения об авторах

Хамоков Марат Мухамедович – кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 3572-1415, Scopus ID: 57205019878

Кильчукова Олеся Хаутиевна – кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8968-0220, Scopus ID: 57205027117

Сохроков Артур Мухамедович – кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8252-5332, Researcher ID: MXL-3997-2025

Габачиев Джамалдин Тамирланович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры энергообеспечения предприятий, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7127-2450

Information about the authors

Marat M. Khamokov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 3572-1415, Scopus ID: 57205019878

Olesya Kh. Kilchukova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8968-0220, Scopus ID: 57205027117

Artur M. Sokhrokov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8252-5332, Researcher ID: MXL-3997-2025

Dzhamaldin T. Gabachiev – Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer, Head of the Department of Energy Supply of Enterprises, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-код: 7127-2450

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 10.11.2025;
одобрена после рецензирования 12.01.2026;
принята к публикации 19.01.2026.*

*The article was submitted 10.11.2025;
approved after reviewing 12.01.2026;
accepted for publication 19.01.2026.*

Пищевые системы

Food Systems

Научная статья

УДК 664.68

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-117-124

**Определение температурного режима выпечки полуфабрикатов
из заварного, песочного и слоеного теста**

Рита Мухамедовна Жилова^{✉1}, **Лариса Жантемировна Ширитова**²

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

^{✉1}r.zhilova@list.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3130-5532>

²l.shiritova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7598-65-50>

Аннотация. Целью исследования являлось определение температурного режима выпечки полуфабрикатов из заварного, песочного и слоеного теста. Для определения температурных режимов выпечки заварного полуфабриката исследование проводилось при четырех режимных параметрах: постоянной, повышающейся, понижающейся и переменной температурах пекарной камеры. Установлено, что из всех исследуемых температурных режимов наиболее оптимальным является переменный – повышающийся с 180 до 210 °С к середине процесса и затем снова понижающийся до 180 °С. При этом режиме достигалось наилучшее качество заварного полуфабриката. Время выпечки составляло 35–40 мин, влажность охлажденного заварного полуфабриката изменялась в пределах 23±2%. Установлено, что оптимальным режимом выпечки песочного полуфабриката являлось повышение температуры среды от 200 до 250 °С в центральной части процесса и уменьшение в конце выпечки до 200 °С. Выявлен оптимальный режим выпечки для слоеного полуфабриката – повышение температуры среды пекарной камеры от 200 до 250 °С. Наилучшими технологическими параметрами для приготовления слоеного полуфабриката являлись температура среды 240–250 °С и продолжительность выпечки 11–14 мин.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, выпечка, массообмен, температурный режим, влажность, качество

Для цитирования: Жилова Р. М., Ширитова Л. Ж. Определение температурного режима выпечки полуфабрикатов из заварного, песочного и слоеного теста // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 117–124. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-117-124

Original article

**Determination of temperature regime for baking semi-finished products
from choux, shortbread and puff pastry**

Rita M. Zhilova^{✉1}, **Larisa Zh. Shiritova**²

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

^{✉1}r.zhilova@list.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3130-5532>

²l.shiritova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7598-65-50>

Abstract. The purpose of the study was to determine the temperature regime for baking semi-finished products from cooked, sand and puff pastry. To determine the temperature regimes of baking a cooked semi-finished product, the study was carried out at four regime parameters: constant, increasing, decreasing and variable temperatures of the baking chamber. It was found that of all the studied temperature modes, the most optimal is variable – increasing from 180 to 210 °C by the middle of the process and then decreasing again to 180 °C. In this mode, the best quality of the cooked semi-finished product was achieved. The baking time was 35–40 minutes, the humidity of the cooled cooked semi-finished product varied between 23±2%. It was found that the optimal mode of baking a semi-finished sand product was to increase the temperature of the medium from 200 to 250 °C in the central part of the process and decrease it to 200 °C at the end of baking. The optimal baking mode for a layered semi-finished product was revealed – an increase in the temperature of the baking chamber medium from 200 to 250 °C. The best technological parameters for the preparation of a layered semi-finished product were the medium temperature of 240–250 °C and the baking duration of 11–14 minutes.

Keywords: flour confectionery products, baking, mass transfer, temperature regime, humidity, quality

For citation: Zhilova R.M., Shiritova L.Zh. Determination of temperature regime for baking semi-finished products from choux, shortbread and puff pastry. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):117–124. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-117-124

Введение. Мучные кондитерские изделия занимают значительное место в питании человека. Потребление мучных кондитерских изделий в России составляет более 10 кг в год на одного человека. Изделия из различных видов теста имеют достаточно высокую калорийность, диапазон которой колеблется от 260 до 600 ккал на 100 г продукта, благодаря значительному содержанию муки, сахара и жира [1–3].

Выпечка полуфабрикатов из различных видов теста является заключительным и наиболее важным процессом в технологическом процессе производства мучных кондитерских изделий. Получение изделий высокого качества возможно при организации оптимального режима выпечки. На основе изучения форм связи влаги с материалом и теории тепло- и массообмена процесса выпечки возможно создание рационального управления процессом и получение продукта с заранее заданными свойствами [4–6].

Цель исследования – определение температурного режима выпечки полуфабрикатов из заварного, песочного и слоеного теста, при котором достигается наилучшее качество изделий.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлись полуфабрикаты из заварного, песочного и слоеного теста.

При выполнении экспериментальной части работы применялись общепринятые методы исследования мучных кондитерских изделий [1, 2].

Результаты исследования. Технологический процесс приготовления заварного теста предусматривает приготовление заварки для теста из горячей смеси воды, масла, соли в процессе перемешивания, в которую после охлаждения добавляют яйца или меланж [2, 3].

Тесто получается вязким, но одновременно содержащим большое количество воды. Это приводит к образованию внутри изделий пустот, которые заполняются кремом. Заварной полуфабрикат рекомендуется выпекать при температуре 190–200 °C в течение 35–40 мин. Влажность полуфабриката 23±2% [8, 9].

В целях определения оптимальных температурных параметров выпечки заварного полуфабриката исследование проводилось при четырех режимных параметрах: постоянной, повышающейся, понижающейся и переменной температурах пекарной камеры.

Постоянный температурный режим изучался в интервале температур 150–220 °C. С повышением температуры продолжительность выпечки сокращалась с 68 до 31 мин, плотность уменьшалась с 286 до 130 кг/м³. При температурах 150–170 °C полуфабрикат в форме трубочки имел расплывчатую форму, влажный мякиш и малую полость для заполнения кремом.

При температуре 210 °C полуфабрикат имел хороший подъем, но на поверхности заварной трубочки имелись трещины. Лучшие результаты были получены при температурах 180–190 °C. Качество полуфабриката

было хорошим, разрывы небольшие, цвет корки светло-коричневый.

Повышающийся температурный режим изучался в интервале температур от 160 до 250 °С. При температурах 180–250 °С продолжительность выпечки изменялась в пределах 22–35 мин, плотность составила 120 кг/м³, полость для заполнения кремом превышала объем крема, на поверхности имелись разрывы, а корка была слегка подгорелой. При температуре 180–210 °С продолжительность процесса составила 46 мин. Трубочка имела плотность 180 кг/м³, полость для заполнения кремом была недостаточной, цвет корки полуфабриката был темно-коричневым, внешний вид – неудовлетворительным. Режим с повышающейся по ходу технологического процесса температурой пекарной камеры не может быть рекомендован для применения.

При понижающемся температурном режиме, который изучался в интервале 250–140 °С, время выпечки изменялось в пределах 24–52 мин, плотность составляла 132 кг/м³, полость нормальная, корка темно-коричневая, разрывы на поверхности небольшие.

Установлено, что наиболее благоприятным является режим выпечки при изменении температуры среды пекарной камеры от 200 до 170 °С.

При переменном температурном режиме 150–190–150 °С отмечалось неудовлетворительное качество заварного полуфабриката: плотность 238 кг/м³, полость для наполнения кремом недостаточная. При температурах 150–250–200 °С качество заварного полуфабриката также было неудовлетворительным: на поверхности корки наблюдались подгорелые участки и множественные разрывы.

Положительные результаты были получены при температурах 180–200–170 °С и 180–210–180 °С. Изделия в виде трубочки имели большой объем с полостью внутри, достаточной для заполнения кремом, поверхность без крупных трещин. Дальнейшее увеличение температуры до 230 °С приводило к подгоранию поверхности изделий.

Выявлено, что из всех исследуемых температурных режимов наиболее оптимальным является переменный – повышающийся с 180 до 210 °С к середине процесса и затем

снова понижающийся до 180 °С. При этом режиме достигается наилучшее качество заварного полуфабриката; продолжительность выпечки составляет 35–40 мин, влажность охлажденного полуфабриката 3±2%.

По традиционной технологии песочное тесто готовят с большим количеством масла (26%) и сахара (18%). Это приводит к образованию теста очень густой и пластичной консистенции с влажностью, не превышающей 20% [2, 3].

Для производства песочного теста используют муку пшеничную с массовой долей клейковины 28–36%. В тестомесильную машину загружают сливочное масло, добавляют сахар, меланж, двууглекислый натрий, соль, эссенцию и перемешивают в течение 20–30 мин до получения однородной массы. Затем всыпают муку и продолжают замес теста не более 1–2 мин [10, 11].

Песочный полуфабрикат выпекают при температуре 200–225 °С в течение 10–15 мин (влажность полуфабриката составляет 5,5±1,5% при толщине не более 8 мм) [11].

Исследование процесса выпечки песочного теста при постоянной температуре (200 °С) показало наличие трех периодов (рис. 1).

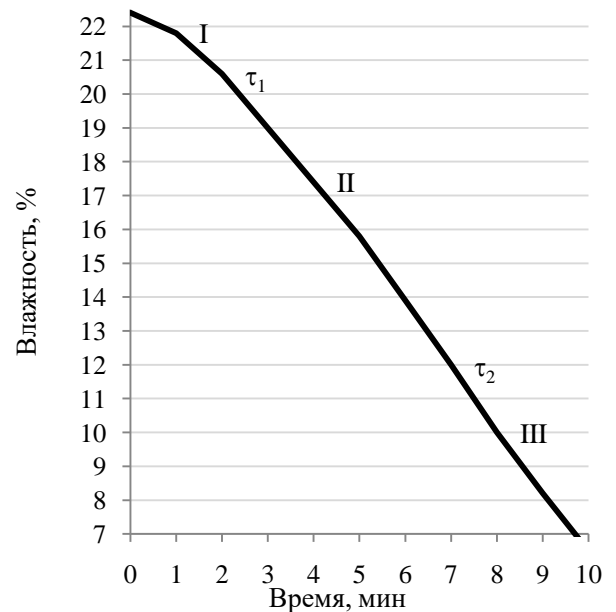


Рисунок 1. Кинетика процесса выпечки песочного полуфабриката: I, II, III – периоды выпечки; τ_1 и τ_2 – критические точки, показывающие границы периодов

Figure 1. Kinetics of the baking process for hortbread: I, II, III – baking periods; τ_1 and τ_2 – critical points showing the boundaries of the periods

Первый период отличался переменной возрастающей скоростью влагоотдачи и в последующем (II, III периоды) – ступенчатым характером этих изменений с наличием участков постоянных скоростей.

Температурные кривые выпечки песочных полуфабрикатов также показывают наличие трех периодов (рис. 2).

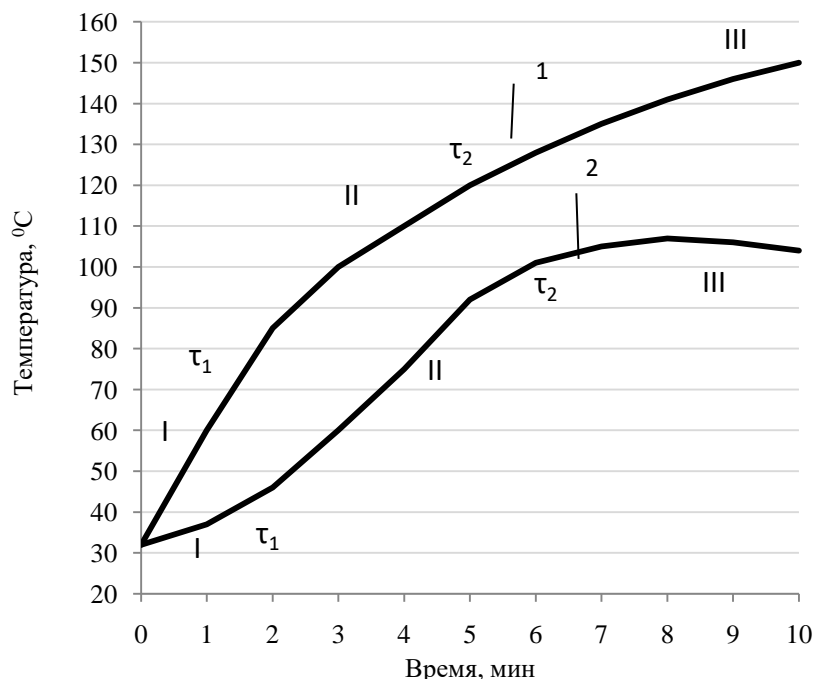


Рисунок 2. Температурные кривые выпечки песочного полуфабриката: I, II, III – периоды выпечки: τ_1 и τ_2 – критические точки, показывающие границы периодов; 1 и 2 – температура поверхностных и центральных слоев соответственно
Figure 2. Temperature curves of the baked shortbread product: I, II, III – baking periods: τ_1 and τ_2 – critical points showing the boundaries of the periods; 1 and 2 – temperature of the surface and central layers, respectively

Исследуемые образцы достигали температуры испарения ($>100\text{ }^\circ\text{C}$) приблизительно к половине продолжительности выпечки. В конце процесса выпечки температура песочных полуфабрикатов увеличивалась до $102\text{--}105\text{ }^\circ\text{C}$.

В целях установления оптимального режима выпечки изучали переменные режимы с повышающейся температурой в начале процесса выпечки полуфабрикатов, максимальной в середине и понижающейся в конце. Результаты изменения влажности опытных проб представлены на рисунке 3.

Полученные экспериментальные данные позволили установить оптимальный температурный режим выпечки песочных полуфабрикатов: повышение температуры в центральной части процесса от 200 до $250\text{ }^\circ\text{C}$ и снижение в конце выпечки до $200\text{ }^\circ\text{C}$.

Режим с повышением температуры в конце процесса до $270\text{ }^\circ\text{C}$ приводил к значитель-

ному потемнению поверхности выпеченных песочных полуфабрикатов.

Слоеное тесто – это вид теста, характерной особенностью которого является большое содержание жира и слоистая структура. Слоеные изделия состоят из легко отделяемых, но связанных между собой тонких слоев пропеченного теста, между которыми находится жировая и воздушная прослойки. Наружные, поверхностные слои твердые, внутренние – мягкие [2, 3].

Для приготовления слоеного теста в холодную воду вливают раствор лимонной кислоты, добавляют меланж, соль, всыпают муку и перемешивают в течение $15\text{--}20$ мин до получения однородной массы. Тесто оставляют на 30 мин для набухания белков и делят на куски. Влажность теста составляет $41\text{--}44\%$. Слоение производят на машине или вручную [2, 12].

Слоеный полуфабрикат рекомендуется выпекать при температуре 215–250 °С в течение 25–30 мин до влажности готовых охлажденных изделий $7,5 \pm 3\%$ [3, 13].

Кинетика процесса выпечки при температуре среды пекарной камеры 210–260 °С представлена на рисунке 4.

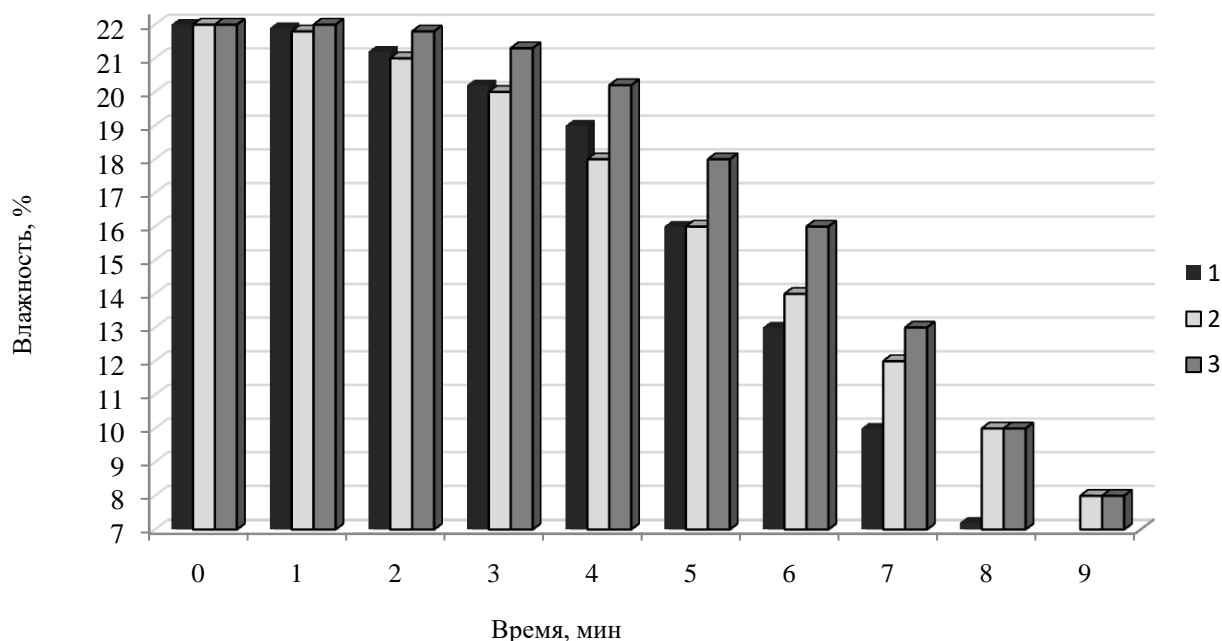


Рисунок 3. Кинетика процесса выпечки песочного полуфабриката при различных режимах:

1 – с повышением температуры среды от 200 до 250 °С и уменьшением в конце выпечки до 200 °С;

2 – при постоянной температуре среды 220 °С; 3 – с повышением температуры среды от 180 до 270 °С

Figure 3. Kinetics curves of baking a sand-based semi-finished product under different conditions:

1 – with an increase in the medium temperature from 200 to 250 °С and a decrease at the end of baking to 200 °С;

2 – at a constant medium temperature of 220 °С; 3 – with an increase in the medium temperature from 180 to 270 °С

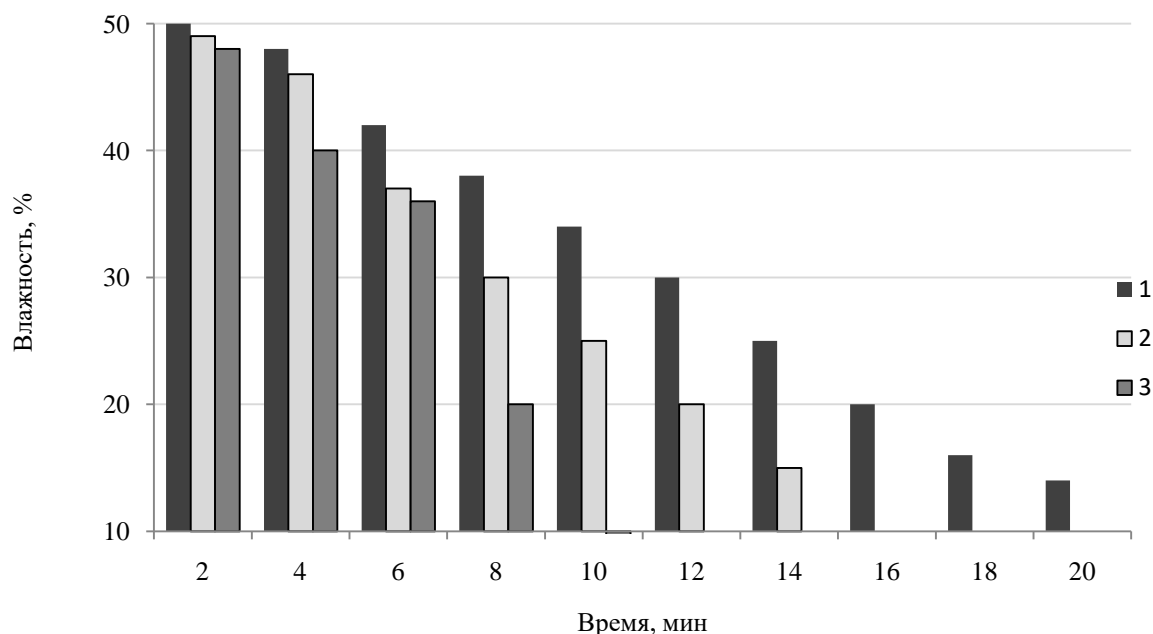


Рисунок 4. Кинетика процесса выпечки слоёного полуфабриката при температуре среды:

1 – 200 °С; 2 – 240–250 °С; 3 – 260 °С

Figure 4. Kinetics of the process of baking a puff pastry at a medium temperature:

1 – 200 °С; 2 – 240–250 °С; 3 – 260 °С

Исследование процесса при температуре ниже 210 °С показало, что продолжительность выпечки увеличивается, а готовое изделие имеет бледную окраску и вид сырого продукта.

При температуре среды пекарной камеры 260 °С время выпечки сокращалось и составляло 9,2 мин. На поверхности изделий из слоеного теста наблюдалось образование верхней корочки темного цвета. Наилучшее качество слоеного полуфабриката достигалось при температуре среды 240–250 °С и времени выпечки 11–14 мин.

Выводы. В результате проведенного исследования установлено, что оптимальным

температурным режимом выпечки заварного полуфабриката является переменный – повышающийся с 180 до 210 °С к середине процесса и затем снова понижающийся до 180 °С; песочного полуфабриката – повышение температуры среды от 200 до 250 °С в центральной части процесса и уменьшение в конце выпечки до 200 °С; слоеного полуфабриката – температура 240–250 °С.

Установленные температурные режимы выпечки полуфабрикатов из заварного, песочного и слоеного теста позволили получить изделия с высокими потребительскими характеристиками.

Список литературы

1. Саломатов А. С., Зубач Д. С. Современные требования к разработке мучных кондитерских изделий // Научные вести. 2019. № 2. С. 172–175. EDN: YXLINV
2. Технология мучных кондитерских изделий: учебное пособие / Г. А. Сидоренко [и др.]. Оренбург: ОГУ, 2024. 100 с. ISBN: 978-5-7410-3243-5. EDN: MSKMJU
3. Железнякова А. В., Угрюмова Е. А. Виды теста для производства мучных кондитерских изделий // Исследования молодых ученых: материалы студенческой Международной научно-практической конференции. Курск, 2021. С. 54–57. EDN: KYERKE
4. Фединишина Е. Ю., Игнатова А. А., Елисеева С. А. Разработка мучных кондитерских изделий функциональной направленности // Здоровое питание и нутриционная поддержка: медицина, образование, инновационные технологии: материалы XV Всероссийского форума. Санкт-Петербург. 2020. С. 47–50. EDN: ZRIGIG
5. Совершенствование технологии и рецептур полуфабрикатов для мучных кондитерских изделий / Б. А. Нехай [и др.] // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: материалы VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня основания Кубанского государственного технологического университета. Краснодар, 2023. С. 321–329. EDN: GQATMZ
6. Баева А. А., Джабоева А. С., Гагулаев В. В. Влияние пасты из айвы на физико-химические и пищевые показатели качества полуфабрикатов из песочного теста // Развитие науки и техники: механизм выбора и реализации приоритетов: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Челябинск, 2019. С. 30–32. EDN: ZGYBEL
7. Науменко Н. В., Штанько О. Е., Ашмарина Е. А. Использование нетрадиционных видов растительного сырья в технологии производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018. № 3. С. 5–11. DOI: 10.14529/food180301. EDN: XZLBSX
8. Попов В. С., Сафонова Э. Э., Быченкова В. В. Исследование микроструктуры и структурно-механических свойств заварного теста на основе безглютеновых видов муки // Современная наука и инновации. 2018. № 3. С. 112–118. EDN: VUTIWE
9. Использование пряного растительного сырья в технологии заварного полуфабриката / А. В. Копылова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т.51. № 4. С. 701–711. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-701-711. EDN: ALZOTH
10. Джабоева А. С. Мамаева Н. Р. Производство песочного полуфабриката повышенной пищевой ценности с использованием порошка из семян дыни // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: сб. науч. тр. Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 35–38. EDN: UDKTXM
11. Думанишева З. С., Джабоева А. С. Порошок из плодов дикорастущей груши в производстве песочных полуфабрикатов // Приоритетные направления в разработке специализированной продукции для предприятий питания: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Москва, 2022. С. 101–111. EDN: DDMWQG

12. Егорова Е. Ю., Кузьмина С. С., Захарова А. С. Повышение пищевой ценности слоеных изделий из замороженного теста // Ползуновский вестник. 2020. № 1. С. 8–12. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.01.002. EDN: FOQTFX

13. Андреев А. Н. Классификация и реологическая оценка качества слоеных хлебобулочных изделий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. № 2. С. 1. EDN: TBDJFH. URL: [article/n/klassifikatsiya-i-reologicheskaya-otsenka-kachestva-sloenyh-hlebobulochnyh-izdeliy](https://www.itmo.ru/ru/science/journals/food-technology/article/n/klassifikatsiya-i-reologicheskaya-otsenka-kachestva-sloenyh-hlebobulochnyh-izdeliy) (дата обращения: 11.02.2026).

References

1. Salomatov A.S., Zubach D.S. Modern Requirements for the Development of Flour Confectionery Products. *Nauchnye vesti*. 2019;(2):172–175. (In Russ.). EDN: YXLINV

2. Sidorenko G.A. [et al.]. *Tekhnologiya muchnyh konditerskih izdelij: uchebnoe posobie* [Flour Confectionery Technology: A Textbook]. Orenburg: OGU, 2024. 100 p. ISBN: 978-5-7410-3243-5. (In Russ.). EDN: MSKMJU

3. Zheleznyakova A.V., Ugryumova E.A. Types of dough for the production of flour confectionery products. *Issledovaniya molodyh uchenyh: materialy studencheskoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Research of young scientists: Proceedings of the Student International Scientific and Practical Conference]. Kursk, 2021. Pp. 54–57. (In Russ.). EDN: KYERKE

4. Fedinishina E.Yu., Ignatova A.A., Eliseeva S.A. Development of functional flour confectionery products. *Zdorovoe pitanie i nutricionnaya podderzhka: medicina, obrazovanie, innovacionnye tekhnologii: materialy XV Vserossijskogo foruma* [Healthy nutrition and nutritional support: medicine, education, innovative technologies: Proceedings of the XV All-Russian Forum]. Saint Petersburg, 2020. Pp. 47–50. (In Russ.). EDN: ZRIGIG

5. Nekhai B.A. [et al.]. Improving the technology and recipes for semi-finished products for flour confectionery. *Hlebobulochnye, konditerskie i makaronnye izdeliya XXI veka: materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 105-letiyu so dnya osnovaniya Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bakery, confectionery and pasta products of the 21st century: Proceedings of the VIII International scientific and practical conference dedicated to the 105th anniversary of the founding of the Kuban State Technological University]. Krasnodar, 2023. Pp. 321–329. (In Russ.). EDN: GQATMZ

6. Baeva A. A., Dzhaboeva A. S., Gagulayev V. V. The influence of quince paste on the physicochemical and nutritional quality indicators of semi-finished products made from shortcrust pastry. *Razvitie nauki i tekhniki: mekhanizm vybora i realizacii prioritetov: sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Development of science and technology: mechanism for selecting and implementing priorities: collection of articles from the All-Russian scientific and practical conference]. Chelyabinsk, 2019. Pp. 30–32. (In Russ.). EDN: ZGYBEL

7. Naumenko N.V., Shtanko O.E., Ashmarina E.A. Using non-traditional types of vegetable raw materials in technology of producing baked confectionery and pastry. *Bulletin of the South Ural state university. Series: Food and biotechnology*. 2018;(3):5–11. (In Russ.). DOI: 10.14529/food180301. EDN: XZLBSX

8. Popov V.S., Safonova E.E., Bychenkova V.V. The analysis of micro-structure and structural-mechanical properties of choux pastry prepared with gluten-free flours. *Modern Science and Innovations*. 2018;(3):112–118. (In Russ.). EDN: VUTIWE

9. Kopylova A.V. [et al.]. Spicy plant raw materials in choux dough. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2021;51(4):701–711. (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-701-711. EDN: ALZOTH

10. Dzhaboeva A.S. Mamaeva N.R. Production of shortbread semi-finished product with increased nutritional value using melon seed powder. *Aktual'nye problemy tekhnologii produktov pitaniya, turizma i trgovli: sb. nauch. tr. Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii* [Actual problems of food technology, tourism and trade: collection of scientific papers of the All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik, 2021. Pp. 35–38. (In Russ.). EDN: UDKTXM

11. Dumanisheva Z.S., Dzhaboeva A.S. Powder from fruits of wild pear in the production of shortbread semi-finished products. *Prioritetnye napravleniya v razrabotke specializirovannoj produkcii dlya predpriyatij pitaniya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Priority Directions in the Development of Specialized Products for Food Service Enterprises: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation]. Moscow, 2022. Pp. 101–111. (In Russ.). EDN: DDMWQG

12. Egorova E.Yu., Kuzmina S.S., Zakharova A.S. Increasing the nutritional value of puff pastries made from frozen dough. *Polzunovskiy Vestnik*. 2020;(1):8–12. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.01.002. EDN: FOQTFX

13. Andreev A.N. Classification and rheological assessment of the quality of puff pastries. *Processes and Food Production Equipment*. 2013;(2):1. (In Russ.). EDN: TBDJFH

Сведения об авторах

Жилова Рита Мухамедовна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4954-0259

Ширитова Лариса Жантемировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4393-1731

Information about the authors

Rita M. Zhilova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Public Catering Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4954-0259

Larisa Zh. Shiritova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Public Catering Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4393-1731

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 16.02.2026;
одобрена после рецензирования 05.03.2026;
принята к публикации 12.03.2026.*

*The article was submitted 16.02.2026;
approved after reviewing 05.03.2026;
accepted for publication 12.03.2026.*

Научная статья

УДК 664.64:641.56

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-125-133

Разработка рецептуры высокобелкового хлеба для спортивного питания

Марина Хабаловна Кодзокова^{✉1}, Жанна Мухамедовна Кунашева²,
Аделина Артуровна Догузова³

^{1,2}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030]

³Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический
университет), улица Николаева, 44, Владикавказ, Россия, 362021

^{✉1}marina.v08@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4183-5472>

²jaklin277@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0830-0441>

³Jck25dz@gmail.com

Аннотация. Хлеб – один из ключевых продуктов повседневного рациона. Обобщение этого повседневного массового продукта питания эссенциальными нутриентами соответствует стратегии здорового питания. Активное развитие спорта рассматривается как фундамент формирования здорового общества, в связи с чем государство реализует меры по вовлечению молодёжи в физическую культуру. При этом не менее значимым становится качество питания спортсменов – их рацион должен включать продукты с заранее заданными характеристиками и улучшенным составом. Целью научного исследования являлась разработка рецептуры хлеба «Чемпион» из пшеничной муки I-го сорта с повышенной пищевой ценностью. Основная задача, решаемая для достижения поставленной цели – выбор нового рецептурного ингредиента для производства хлеба из пшеничной муки I-го сорта, входящего в группу продуктов спортивного питания. Объектами исследования являлись: пшеничная мука I-го сорта, белковая добавка в виде порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни», контрольный образец хлеба из муки пшеничной I-го сорта, выработанный по унифицированной рецептуре, серия опытных образцов хлеба с варьирующей дозировкой белковой добавки в виде порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни». Экспериментально установлена технологическая эффективность применения в рецептуре пшеничного хлеба I-го сорта белковой добавки в виде порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни». В ходе работы было выявлено, что концентрация порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни» в количестве 15% от массы муки пшеничной является наиболее эффективной, что позволяет добиться мультипликативного эффекта. Выявлена положительная динамика органолептических и физико-химических показателей качества разработанного продукта, обогащённого незаменимыми аминокислотами, нерастворимыми полисахаридами и комплексом макро- и микроэлементов.

Ключевые слова: белковая добавка в виде порошкообразного полуфабриката, спаржевая фасоль, спортивное питание, хлебобулочные изделия, биохимический состав, оптимальная дозировка, показатели качества, пищевая ценность

Для цитирования: Кодзокова М. Х., Кунашева Ж. М., Догузова А. А. Разработка рецептуры высокобелкового хлеба для спортивного питания // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 125–133. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-125-133

Original article

Development of a high-protein bread recipe for sports nutrition

Marina Kh. Kodzokova^{✉1}, Zhanna M. Kunasheva², Adelina A. Doguzova³

^{1,2}Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

²North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), 44 Nikolaeva Street, Vladikavkaz, Russia, 362021

^{✉1}marina.v08@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4183-5472>

²jaklin277@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0830-0441>

³Jck25dz@gmail.com

Abstract. Bread is one of the key products in the daily diet. The fortification of this everyday mass-consumed food product with essential nutrients aligns with the strategy of healthy eating. The active development of sports is seen as a foundation for building a healthy society; therefore, the state is implementing measures to engage young people in physical culture. At the same time, the quality of athletes' nutrition becomes increasingly significant: their diet should include products with predetermined characteristics and an improved composition. The aim of the scientific research was to develop a formulation for "Champion" bread made from first-grade wheat flour with enhanced nutritional value. The main task to achieve this goal was the selection of a new recipe ingredient for the production of bread from first-grade wheat flour intended for the sports nutrition product group. The objects of the study were: first-grade wheat flour, a protein supplement in the form of a powdered semi-finished product from "Kidney" variety green beans, a control sample of bread made from first-grade wheat flour according to a unified recipe, and a series of experimental bread samples with varying dosages of the protein supplement in the form of a powdered semi-finished product from "Kidney" variety green beans. The technological effectiveness of using the protein supplement in the form of a powdered semi-finished product from "Kidney" variety green beans in the formulation of first-grade wheat bread was experimentally established. During the work, it was found that a concentration of the powdered semi-finished product from "Kidney" variety green beans at 15% of the wheat flour weight is the most effective, allowing for a multiplicative effect. A positive trend was identified in the organoleptic and physico-chemical quality indicators of the developed product, which is enriched with essential amino acids, insoluble polysaccharides, and a complex of macro- and microelements.

Keywords: protein supplement in the form of a semi-finished powder, green beans, sports nutrition, bakery products, biochemical composition, optimal dosage, quality indicators, nutritional value

For citation: Kodzokova M.Kh., Kunasheva Zh.M., Doguzova A.A. Development of a high-protein bread recipe for sports nutrition. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):125–133. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-125-133

Введение. Питание современного человека невозможно представить без полноценного поступления протеинов, так как именно эти сложные органические соединения выступают фундаментом для построения клеточных структур и обеспечения жизнедеятельности. Практически каждый физиологический процесс, от сокращения мышц до передачи нервных импульсов, зависит от наличия белковых молекул. Более того, все без исключения ферментативные системы, катализирующие биохимические реакции, имеют исключи-

тельно белковую природу. Попадая в пищеварительный тракт, протеины проходят многоступенчатый гидролиз, в результате которого распадаются до аминокислот. Эти низкомолекулярные соединения, всасываясь через стенки кишечника в кровеносное русло, становятся тем ценнейшим строительным материалом, без которого невозможны регенерация тканей, синтез гормонов и поддержание иммунитета. Конечным продуктом расщепления белков являются аминокислоты, которые усваиваются организмом в процессе

всасывания в кровь. Кроме того, следует отметить и то, что внутри клеток органов и тканей из аминокислот происходит синтез специфических белков, необходимых для организма человека [1]. Особенно в белковом питании с широким спектром аминокислот нуждаются люди, занимающиеся спортом и имеющие большие физические нагрузки.

Занятие спортом сопряжено с продолжительными нагрузками физического характера наряду с адаптацией к непростым природно-климатическим условиям, влекущим за собой стрессовые ситуации. Оптимизация процесса тренировки предусматривает правильный подбор рациона спортивного питания с целью восполнения комплекса затрат и баланса влаги организма [2].

Научные изыскания последних лет доказывают необходимость расширения ассортимента продуктов спортивного питания. Эта задача может быть решена за счет применения нетипичных рецептурных компонентов из растительного сырья в технологии хлебопечения. Такая практика открывает возможности для создания продуктов с улучшенными характеристиками пищевой и биологической ценности [3].

В качестве одного из наиболее эффективных, физиологически обоснованных и экономически доступных способов повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий является их обогащение белковыми веществами растительного происхождения. Продукты, обогащенные белковыми добавками, обеспечивают организм необходимыми питательными веществами и способствуют удовлетворению суточной физиологической потребности в них человека.

Цель исследования – разработка рецептуры хлеба «Чемпион» из пшеничной муки I-го сорта с повышенной пищевой ценностью.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве объектов исследования были выбраны продукты переработки бобовых культур, а именно белковая добавка в виде порошкообразного полуфабриката, полученная из кустовой спаржевой фасоли сорта «Кидни» с повышенным содержанием и широким спектром аминокислот, в том числе незаменимых; хлеб из пшеничной муки I-го сорта, выработанный по унифицированной

технологии; хлеб с внесением белкового обогатителя из спаржевой фасоли сорта «Кидни» в количестве 15% от массы пшеничной муки I-го сорта.

Массовую долю белковых веществ в порошкообразном полуфабрикате из спаржевой фасоли сорта «Кидни» и в готовых изделиях определяли по методу Кьельдаля, аминокислот – методом Лоури [4]. Органолептические и физико-химические показатели качества белкового порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли определяли по общепринятым методикам [5]. Физико-химические показатели качества хлеба устанавливали в соответствии с методиками, описанными в научной литературе [6]. Химический состав хлеба из пшеничной муки I-го с внесением 15%-го порошкообразного полуфабриката из кустовой спаржевой фасоли сорта «Кидни» определяли по соответствующим методикам [5, 7].

Результаты исследования. Для исследования была выбрана кустовая спаржевая фасоль сорта «Кидни», которая не имеет ограничения по региону возделывания, поэтому может быть районирована на территории Северного Кавказа и, в частности, в Кабардино-Балкарской Республике, ввиду чего является привлекательным сырьем для выработки белковых добавок [8]. Органолептические и физико-химические показатели качества белковой добавки в виде порошкообразного полуфабриката, выработанной из спаржевой фасоли сорта «Кидни», представлены в таблице 1.

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели качества добавки в виде порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни»

Table 1. Organoleptic and physicochemical quality indicators of the additive in the form of a powdered semi-finished product from Kidney asparagus beans

Показатель	Характеристика показателя	
Цвет семян	Красный	
Запах	Свойственный фасоли	
Вкус	Специфический, свойственный фасоли	
Влажность, %	10,9	11,6
Крупность помола, %	1,4	1,7

В рамках обоснования эффективности использования высокобелковой добавки как фактора, влияющего на итоговые характеристики готовой продукции, был проведён анализ содержания белковых соединений и аминокислотного состава в пересчёте на 100 г продукта (табл. 2).

Таблица 2. Содержание белка и аминокислот добавки в виде порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни» на 100 г продукта [6]

Table 2. Protein and amino acid content of the supplement in the form of a powdered semi-finished product from Kidney asparagus beans per 100 g of product [6]

Показатель	Белковый порошкообразный полуфабрикат из спаржевой фасоли сорта «Кидни»
Белок, %	27,1
Незаменимые аминокислоты, мг	8640
Валин	1513
Изолейцин	1602
Лейцин	1823
Лизин	1645
Метионин	296
Треонин	995
Триптофан	307
Фенилаланин	1230
Заменимые аминокислоты, мг	1477
Аланин	943
Аргинин	1218
Аспаргиновая кислота	2657
Гистидин	881
Глицин	949
Глутаминовая кислота	3322
Пролин	1727
Серин	1386
Тирозин	785
Цистин	2263

Представленные в таблице 2 результаты исследования демонстрируют, что добавка в виде порошкообразного полуфабриката, полученная из спаржевой фасоли сорта «Кидни», является ценным высокобелковым продуктом

с высоким содержанием незаменимых аминокислот и может быть использована в качестве дополнительного рецептурного ингредиента при производстве пшеничного хлеба. Это позволит решить актуальную задачу создания продуктов нового поколения, направленных на повышение пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий [9].

В ходе усовершенствования технологии хлеба из пшеничной муки I-го сорта разработана рецептура хлеба «Чемпион» с внесением добавки в виде порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни» в количестве 15%. В качестве контрольного образца выбрана унифицированная рецептура хлеба из пшеничной муки I-го сорта, приготовленного безопасным способом [6]. Рецептура и режимы приготовления теста из пшеничной муки I-го сорта [10] с внесением порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни» приведены в таблице 3.

Таблица 3. Рецептура и режимы приготовления теста из пшеничной муки I-го сорта с внесением порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни»

Table 3. Recipe and modes for preparing dough from first-grade wheat flour with the addition of powdered semi-finished product from Kidney asparagus beans

Сырьё и показатели	Варианты приготовления теста	
	контрольный образец	хлеб «Чемпион»
Пшеничная мука, кг	100,0	85,0
Белковая добавка, кг	0,0	15,0
Прессованные дрожжи, кг	2,5	
Поваренная соль, кг	1,5	
Вода, л	по расчету	
Влажность теста, %	44,5	
Температура начальная, °С	32	
Кислотность конечная, град.	4,0–4,5	4,5–5,0
Продолжительность брожения, мин.	120–125	150–160
Продолжительность расстойки, мин.	45–60	60–80
Продолжительность выпечки, мин.	20–25	

Физико-химические показатели качества исследуемых образцов приведены в таблице 4.

Таблица 4. Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки I-го сорта с порошкообразным полуфабрикатом из спаржевой фасоли сорта «Кидни»

Table 4. Physicochemical quality indicators of bread made from first-grade wheat flour with a powdered semi-finished product made from Kidney asparagus beans

Физико-химические показатели качества	Контрольный образец	Хлеб «Чемпион»
Пористость мякиша, %	72	70
Удельный объём, см ³ /100 г	264,3	251,1
Влажность, %	41,5	42,7
Кислотность, град.	3,5	4,3

Из данных таблицы 4 видно, что пористость мякиша и удельный объём у контрольного образца выше, чем у хлеба «Чемпион» из пшеничной муки I-го сорта с внесением порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни» в количестве 15%. Так, удельный объём у хлеба, приготовленного с порошкообразным полуфабрикатом, снизился на 5%, пористость мякиша – на 3% в сравнении с контрольным образцом. Влажность мякиша возросла в хлебе «Чемпион» на 2,9 %, а кислотность – на 0,8 град.

Сравнительная характеристика содержания в контрольном и опытном образцах белка, незаменимых аминокислот, макро- и микроэлементов в пересчете на 100 г готовых изделий представлена в таблице 5.

Из представленных в таблице 5 данных видно, что контрольный образец хлебобулочного изделия по содержанию белка, незаменимых аминокислот и минеральных веществ уступает опытному образцу, выработанному с использованием порошкообразного полуфабриката, полученного из спаржевой фасоли сорта «Кидни». Так, содержание белка в хлебе «Чемпион» по сравнению с контролем увеличилось на 50%, золы – на 33%, пищевых волокон – в 2,1 раза. Использование белкового порошкообразного полуфабриката в рецептуре пшеничного хлеба из пшеничной муки I-го сорта привело к снижению массовой

доли жира на 12%, усваиваемых углеводов – на 24%, энергетической ценности изделия – на 13%. Данные по аминокислотному скору, а также биологическая ценность хлеба из муки I-го сорта с внесением 15%-го порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни» приведены в таблице 6.

Таблица 5. Сравнительная характеристика содержания питательных веществ в хлебе из пшеничной муки I-го сорта с 15%-ным порошкообразным полуфабрикатом из спаржевой фасоли сорта «Кидни» на 100 г продукта

Table 5. Comparative characteristics of the nutrient content in bread made from first-grade wheat flour with 15% powdered semi-finished product from Kidney asparagus beans per 100 g of product

Показатель	Контрольный образец	Хлеб «Чемпион»
Белок, г	8,2	12,3
Незаменимые аминокислоты, мг		
валин	381,43	513,75
изолейцин	402,51	426,25
лейцин	609,24	823,22
лизин	209,69	451,21
метионин с цистином	275,01	6383,80
треонин	245,50	309,24
триптофан	90,02	139,66
фенилаланин с тирозином	542,51	795,15
Жир, г	0,9	0,8
Углеводы, г:		
сахара	0,22	0,31
крахмал	48,4	36,8
пищевые волокна	0,17	0,36
Зола, г	1,62	2,16
Макроэлементы, мг		
калий	138	272
кальций	22	33
магний	35	38
натрий	425	422
сера	61	68
фосфор	93	124
Микроэлементы, мкг		
железо	1613	1972
марганец	894	972
медь	139	185
цинк	766	925
Энергетическая ценность, кКал	235	205

Таблица 6. Коэффициент различий по аминокислотному скору, а также биологическая ценность хлеба из муки I-го сорта с внесением 15% порошкообразного полуфабриката
Table 6. Coefficient of differences in amino acid score, as well as the biological value of bread made from first-grade flour with the addition of 15% of powdered semi-finished product

Незаменимые аминокислоты	Контроль		Хлеб «Чемпион»	
	%	$A_i - A_{min}$	%	$A_i - A_{min}$
Валин	95,48	47,97	100,81	24,69
Изолейцин	125,63	78,12	104,43	28,32
Лейцин	109,12	61,61	115,83	39,72
Лизин	47,51	0,00	80,79	4,68
Метионин с цистином	98,3	50,79	107,53	31,42
Треонин	76,63	29,12	76,11	0,00
Триптофан	111,81	64,30	137,44	61,33
Фенилаланин с тирозином	113,1	65,59	130,60	54,49
$\Sigma(A_i - A_{min})$	–	397,5	–	244,65
КРАС	–	49,69	–	30,58
БЦ	–	50,31	–	69,42

Согласно результатам, полученным расчетно-экспериментальным методом, введение 15%-го порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли сорта «Кидни» в рецептуру пшеничного хлеба позволяет повысить его биологическую ценность относительно контрольного образца.

При обогащении хлебобулочного изделия белковым порошкообразным полуфабрикатом на основе спаржевой фасоли сорта «Кидни» наблюдается разнонаправленная динамика: показатель скоры треонина снижается, тогда как скор лизина возрастает практически в два раза.

Образец обогащенного продукта массой 200 г покрывает суточную потребность организма человека в протеинах на 24%, в легкоусвояемых углеводах – на 21%. Отмечается также положительная динамика в обеспечении организма минеральными веществами и пищевыми волокнами 18 и 6% соответственно от физиологической нормы потребления.

Пищевая ценность хлебобулочных изделий из пшеницы складывается не только из энергетической и нутриентной составляющей, но также из степени усвояемости продукта. Как отмечается в научной литературе, переваримость протеинов бобовых культур зачастую ниже, чем белковых компонентов злаков [11]. В связи с этим актуальным представляется оценка протеолитической доступности хлеба «Чемпион», изготовленного с

частичной заменой пшеничной муки I-го сорта на 15% порошкообразного полуфабриката из спаржевой фасоли. Уровень переваримости данного продукта оценивался по интенсивности ферментативного гидролиза белковых фракций мякиша под действием пищеварительных ферментов. Полученные показатели позволяют прогнозировать степень ассимиляции белка в организме человека [12].

Результаты исследования определения переваримости белков мякиша контрольной и опытных проб обобщены в таблице 7.

Таблица 7. Переваримость белков мякиша хлеба
Table 7. Digestibility of bread crumb proteins

Показатель	Контроль		Хлеб «Чемпион»	
	до	после	до	после
Количество белка до и после ферментации, мг/мл	0,524	0,120	0,599	0,166
Переваримость, %	77,3		72,4	

Использование порошкообразного полуфабриката, полученного из кустовой спаржевой фасоли сорта «Кидни», в количестве 15% от массы муки в рецептуре способствует накоплению остаточного протеина в опытных образцах, что сопровождается закономерным снижением степени его переваримости.

Выводы. 1. Пищевая добавка в виде порошкообразного полуфабриката из кустовой спаржевой фасоли сорта «Кидни» является ценным источником белков, пищевых волокон, минеральных соединений и витаминов.

2. Разработана рецептура хлеба из пшеничной муки I-го сорта с внесением 15% белкового порошкообразного полуфабриката из кустовой спаржевой фасоли сорта «Кидни». Рецептура соответствует всем требованиям безопасности, установленным СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

3. Использование белкового порошкообразного полуфабриката из кустовой спаржевой

фасоли сорта «Кидни» позволяет обогатить хлебобулочное изделие комплексом нутриентов. В результате внесения порошкообразного полуфабриката на основе спаржевой фасоли сорта «Кидни» в рецептуру хлеба из пшеничной муки I-го сорта зафиксировано повышение содержания незаменимых аминокислот. Данный фактор обуславливает повышение биологической ценности нового сорта «Чемпион». Изделие характеризуется по сравнению с контролем повышенным содержанием пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов.

4. Разработанный продукт может быть включен в рацион лиц, испытывающих интенсивные физические нагрузки.

Список литературы

1. Атрощенко Е. А. Ферментные препараты, используемые в технологии хлебопечения // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Краснодар, 2018. С. 481–484. EDN: XMPZWX
2. Применение высокобелкового сырья в рецептуре хлеба, рекомендованного для спортивного питания / М. В. Яковлева [и др.] // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2025. № 4(99). С. 15–25. DOI: 10.53980/24131997_2025_4_15. EDN: OLWZOP
3. Бабухадия К. Р., Буцик И. А. Обогащение хлебобулочных изделий с использованием природных источников биологически активных веществ // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всероссийской научно-практической конференции. Благовещенск, 2021. Ч. 1. С. 313–319. EDN: CCJSKN
4. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий: технология хлебобулочных изделий / Л. П. Пашенко [и др.]. Москва: КолосС, 2006. 215 с. ISBN 5-9532-0331-4
5. Практикум по технологии отрасли (технология хлебобулочных изделий): учебное пособие для вузов / Е. И. Пономарева [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2025. 316 с. ISBN 978-5-507-50490-9
6. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства: учебник / Под общ. ред. Л. И. Пучковой. Санкт-Петербург: Профессия, 2003. 416 с. ISBN 5-93913-032-1
7. Тутельян В. А. Химический состав и калорийность российских пищевых продуктов. Москва: ДеЛи плюс, 2012. 283 с. ISBN: 978-5-905170-20-1
8. Биохимия зернобобовых и крупяных культур: монография / Н. Е. Павловская [и др.]. Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2010. 299 с. ISBN 978-5-93382-158-8
9. Батурина Н. А., Музалевская Р. С., Пашкевич Л. А. Потребительские свойства и пищевая ценность пшеничного хлеба с добавками муки бобовых культур // Вестник ОрёлГИЭТ. 2013. № 1(23). С. 153–159. EDN: SGXAWP
10. Ершов П. С., Лубчук И. А. Сборник рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия. Санкт-Петербург: Профикс, 2007. 207 с. ISBN 978-5-903039-23-4
11. Горбачев М. Г. Разработка технологии порошковых специализированных пищевых продуктов для коррекции белковоэнергетического дефицита: автореф. дис. ... канд. тех. наук. Москва, 2013. 26 с. EDN: ZOSLDD
12. Алтухова О. А., Пьяникова Э. А., Евдокимова О. В. Исследование влияния пищевых добавок из растительного сырья на физико-химические показатели качества хлеба // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее: материалы Всероссийской научной конференции. Курск, 2018. Т. 3. С. 113–119. EDN: VLPQTP

References

1. Atroshchenko E.A. Enzyme preparations used in bakery technology. *Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skhozajstvennoj produkcii: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh* [Modern aspects of production and processing of agricultural products: Proceedings of the

scientific and practical conference of students, graduate students, and young scientists]. Krasnodar, 2018. Pp. 481–484. (In Russ.). EDN: XMPZWX

2. Yakovleva M.V. [et al.] High-protein raw materials in bread formulation recommended for sports nutrition. *East Siberia State University of Technology and Management*. 2025;4(99):15–25. (In Russ.). DOI: 10.53980/24131997_2025_4_15. EDN: OLWZOP

3. Babuhadiya K.R., Bucik I.A. *Obogashchenie hlebobulochnykh izdelij s ispol'zovaniem prirodnykh istochnikov biologicheski aktivnykh veshchestv. Agropromyshlennyj kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. [Enrichment of bakery products using natural sources of biologically active substances. Agro-industrial complex: problems and development prospects: materials of the all-Russian scientific and practical conference]. Blagoveshchensk, 2021. Vol. 1. Pp. 313–319. (In Russ.). EDN: CCJSKN

4. Pashchenko L.P. [et al.]. *Praktikum po tekhnologii hleba, konditerskih i makaronnykh izdelij: tekhnologiya hlebobulochnykh izdelij* [Workshop on the technology of bread, confectionery and pasta products: technology of bakery products]. Moscow: KolosS, 2006. 215 p. ISBN 5-9532-0331-4. (In Russ.)

5. Ponomareva E.I. [et al.]. *Praktikum po tekhnologii otrasli (tekhnologiya khlebobulochnykh izdelij): uchebnoye posobiye dlya vuzov*. [Workshop on industry technology (bakery technology): Textbook for universities]. Saint Petersburg: Lan, 2025. 316 p. ISBN 978-5-507-50490-9. (In Russ.)

6. Auerman L.Ya. *Tekhnologiya hlebopekarnogo proizvodstva: uchebnik / Pod obshch. red. L.I. Puchkovej* [Technology of bakery production: Textbook] / Under the general editorship of L.I. Puchkova]. Saint Petersburg: Profession, 2003. 416 p. ISBN 5-93913-032-1. (In Russ.)

7. Tutelyan V.A. *Khimicheskij sostav i kaloriynost rossijskikh pishchevykh produktov* [Chemical composition and caloric content of Russian food products]. Moscow: DeLi plus, 2012. 283 p. ISBN: 978-5-905170-20-1. (In Russ.)

8. Pavlovskaya N.E. [et al.]. *Biohimiya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur: monografiya* [Biochemistry of grain legumes and cereal crops: monograph]. Orel: Izd-vo Orel GAU, 2010. 299 p. ISBN 978-5-93382-158-8. (In Russ.)

9. Baturina N.A., Muzalevskaya R.S., Pashkevich L.A. Consumer properties and food value of white bread with legumes flour additives. *OrelSIET bulletin*. 2013;1(23):153–159. (In Russ.). EDN: SGXAWP

10. Ershov P.S., Lubchuk I.A. *Sbornik retseptur na khleb i khlebobulochnyye izdeliya* [Collection of Recipes for Bread and Bakery Products]. Saint Petersburg: Profiks, 2007. 207 p. (In Russ.). ISBN 978-5-903039-23-4

11. Gorbachev M.G. *Razrabotka tekhnologii poroshkovykh specializirovannykh pishchevykh produktov dlya korrektsii belkovoenergeticheskogo deficita: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk* [Development of technology for powdered specialized food products for the correction of protein-energy deficiency: Abstract of Cand. Sci. (Tech.) thesis]. Moscow, 2013. 26 p. (In Russ.). EDN: ZOSLDD

12. Altukhova O.A., P'yanikova E.A., Evdokimova O.V. Studies of the influence of food additives from plant raw materials on the physicochemical quality indicators of bread. *Problemy i perspektivy razvitiya Rossii: Molodezhnyy vzglyad v budushchee: materialy Vserossijskoj nauchnoy konferencii* [Problems and Prospects of Development of Russia: A Youth Look into the Future: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference]. Kursk, 2018. Vol. 3. Pp. 113–119. (In Russ.). EDN: VLPQTP

Сведения об авторах

Кодзокова Марина Хабаловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5332-0920

Кунашева Жанна Мухамедовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова». SPIN-код: 2096-6802

Догужева Аделина Артуровна – магистр, направление подготовки 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)»

Information about the authors

Marina Kh. Kodzokova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN code:5332-0920

Zhanna M. Kunasheva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN code: 2096-6802

Adelina A. Doguzova – Master's degree, field of study 19.04.04 "Product Technology and Public Catering Organization", North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological 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 заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 18.02.2026;
одобрена после рецензирования 05.03.2026;
принята к публикации 12.03.2026.*

*The article was submitted 18.02.2026;
approved after reviewing 05.03.2026;
accepted for publication 12.03.2026.*

Научная статья

УДК 664.66

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-134-143

Влияние растительных экстрактов на качество и безопасность хлеба

Аида Яковлевна Тамахина^{✉1}, Лариса Зрамуковна Бориева²

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

^{✉1}aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

²borieva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7436-1832>

Аннотация. Ведущим трендом современного хлебопечения является разработка и применение эффективных технологий производства хлеба с повышенными микробиологической стойкостью и сохраняемостью. Целью исследования стало изучение влияния водных экстрактов цветков пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и листьев брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) на микробиологическую безопасность и сроки хранения хлеба. Объектом исследования стал дарницкий хлеб, произведенный по традиционной рецептуре (контроль), и опытные образцы с полной заменой воды для теста на водные экстракты цветков пижмы и листьев брусники. Срок хранения хлеба с растительными экстрактами увеличился до 7–8 суток. Опытные образцы были устойчивы к микробиологической порче на протяжении 8 суток, что составило разницу в 6 суток по отношению к контрольному образцу. В контрольном образце количество МАФАНМ и плесеней на четвертые сутки превысило предельно допустимые значения соответственно в 4,5 и 2,4 раза. В хлебе с экстрактами пижмы и брусники количество МАФАНМ и колоний плесневых грибов на 4-е сутки было ниже, чем в контроле, в 6,9–11,2 и 3–6 раз соответственно. Наименьшая микробная загрязненность отмечена для хлеба с экстрактом листьев брусники. Способ производства хлебобулочных изделий с применением растительных экстрактов *Flores Tanacetum vulgare* и *Folia Vitis idaeae* дает возможность получать экологически чистую и безопасную продукцию на основе использования местных ресурсов растительного сырья, что существенно уменьшит себестоимость хлебобулочных изделий и повысит рентабельность производства за счет снижения потерь и замены химических консервантов натуральными биоконсервантами.

Ключевые слова: хлеб, растительный экстракт, пижма обыкновенная, брусника обыкновенная, микробиологическая стойкость, срок хранения, антимикробные свойства, биоконсервант

Для цитирования: Тамахина А. Я., Бориева Л. З. Влияние растительных экстрактов на качество и безопасность хлеба // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета. 2026. № 1(51). С. 134–143. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-134-143

Original article

The influence of plant extracts on the quality and safety of bread

Aida Ya. Tamakhina^{✉1}, Larisa Z. Borieva²

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

^{✉1}aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

²borieva@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7436-1832>

Abstract. Leading trend in modern bakery is the development and application of effective technologies for producing bread with enhanced microbiological stability and shelf life. The aim of this study was to investigate the effect of aqueous extracts of tansy flowers (*Tanacetum vulgare* L.) and lingonberry leaves (*Vaccinium vitis-idaea* L.) on the microbiological safety and shelf life of bread. The subjects of the study were Darnitsky bread produced according to a traditional recipe (control) and test samples in which the dough water was completely replaced with aqueous extracts of tansy flowers and lingonberry leaves. The shelf life of bread with plant extracts increased to 7–8 days. The test samples were resistant to microbiological spoilage by mold for 8 days, representing a 6-day difference compared to the control sample. In the control sample, the counts of MAFAnM and mold colonies on the fourth day exceeded the maximum permissible limits by 4.5 and 2.4 times, respectively. In bread with tansy and lingonberry extracts, the counts of MAFAnM and mold colonies on the fourth day were lower than in the control by 6.9–11.2 and 3–6 times, respectively. The lowest microbial contamination was observed for bread with lingonberry leaf extract. The production method for bakery products using *Flores Tanaceti vulgaris* and *Folia Vitis idaeae* plant extracts enables the production of environmentally friendly and safe products based on local plant resources. This will significantly reduce the cost of bakery products and increase profitability by reducing losses and replacing chemical preservatives with natural biopreservatives.

Keywords: bread, plant extract, tansy, lingonberry, microbiological stability, shelf life, antimicrobial properties, biopreservative

For citation: Tamakhina A.Ya., Borieva L.Z. The influence of plant extracts on the quality and safety of bread. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):134–143. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-134-143

Введение. Хлеб представляет собой динамическую пищевую систему, претерпевающую физические, химические и микробиологические изменения, ограничивающие срок его годности. Физические и химические изменения приводят к постепенному уплотнению мякиша. Микробиологическая порча заключается в видимом росте плесени, синтезе плесневыми грибами микотоксинов и формировании неприятных привкусов, которые могут появиться еще до того, как станет виден грибковый рост.

Наиболее распространенной причиной порчи хлеба является плесневение. На скорость роста плесени могут влиять тип муки, способ обработки, упаковка и условия хранения (кислород, температура, pH и активность воды). Доминирующая микробиота, вызывающая порчу хлеба, включает *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, а в некоторых случаях *Fusarium*, *Chrysonilia*, *Hyphopichia*, *Saccharomyces*. Потери хлеба из-за порчи плесенью составляют до 5% [1], приводят к финансовым убыткам для хлебопекарной промышленности и потребителя, а также к интоксикации человека вследствие заражения грибковыми микотоксинами [2–4]. В связи с этим ведущим трендом современного хлебо-

печения является разработка и применение эффективных технологий производства качественного хлеба с повышенными микробиологической стойкостью и сохраняемостью.

Для обеспечения безопасности и продления срока хранения хлеба применяют физическое воздействие (УФ-, ИК-излучение, СВЧ-нагрев, сверхвысокое давление, радиационная стерилизация, вакуумное охлаждение и др.), химические консерванты (калиевые, натриевые или кальциевые соли пропионовой и сорбиновой кислот), активную упаковку («умная» упаковка, поглощающая кислород, высвобождающая в среду фунгициды, антибиотики) [2], закваски на основе сочетания чистых культур дрожжей и противогрибковых молочнокислых бактерий [3, 5, 6], этанол, противогрибковые пептиды и растительные экстракты. Их можно добавлять в рецептуры хлеба или включать в антимикробные пленки для активной упаковки хлеба [7].

В связи с высокой стоимостью физических методов консервации, слабой противогрибковой эффективностью молочнокислой закваски, значительными рисками для здоровья человека, связанными с миграцией веществ из активной упаковки в хлеб, изменением сенсорных свойств хлеба и формированием

устойчивости грибков к химическим консервантам актуален поиск новых натуральных ингредиентов, обладающих антибиотической активностью и способных предотвратить микробиологическую порчу хлеба при улучшении и сохранении его качества. Антимикробными свойствами обладают ряд веществ (бетулин, дефензины, коричный альдегид, эвгенол, эвгенилацетат, карвакрол, тимол, противогрибковые пептиды, фенольные соединения) в составе эфирных масел горчицы, корицы, гвоздики, чеснока, имбиря, майорана, шалфея, экстракта березовой коры, изюма, листьев лавровишни, гидролизатов муки бобовых (сои, чечевицы, гороха, нута и бобов фасоли), семян *Amaranthus* spp. [5, 7].

Интерес к пижме обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и бруснике обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) как возможным биоконсервантам в хлебопечении обусловлен особенностями их химического состава. За счет высокого содержания полифенолов экстракты цветков пижмы и листьев брусники проявляют антибактериальную и фунгицидную активность [8–14].

Отсутствие данных о применении *Flores Tanacetum vulgare* и *Folia Vitis idaeae* в производстве хлеба предопределило **цель исследо-**

вания – изучение влияния водных экстрактов цветков пижмы и листьев брусники на микробиологическую безопасность и сроки хранения хлеба.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектом исследования стал хлеб дарницкий, выпеченный по традиционной рецептуре (контроль) и с добавлением водных экстрактов цветков пижмы обыкновенной (вар. 1) и листьев брусники обыкновенной (вар. 2) (табл. 1). Растительное сырье было заготовлено в лесных фитоценозах горной и предгорной зон Кабардино-Балкарии в 2025 г. Для приготовления водного экстракта измельченное растительное сырье заливали водой (на 1 весовую часть сырья 10 объемных частей воды), нагревали на водяной бане в течение 25 мин., охлаждали при комнатной температуре и фильтровали.

Для проведения экспериментов был выбран способ приготовления теста на густой закваске. В традиционной рецептуре хлеба дарницкого требуемое для замеса теста количество воды заменяли экстрактом цветков пижмы (вар. 1) и листьев брусники (вар. 2) (табл. 1). Повторность выпечки опытных вариантов трехкратная.

Таблица 1. Рецепт и режим приготовления дарницкого хлеба
Table 1. Recipe and cooking method for Darnitsky bread

Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход сырья			
	контроль		вар. 1, вар. 2	
	закваска	тесто	закваска	тесто
Закваска, кг	19	57	19	57
Мука в закваске на тесто, кг	–	33	–	33
Мука ржаная обдирная, кг	22	27	22	27
Мука пшеничная хлебопекарная 1 сорта, кг	–	40	–	40
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	–	0,5	–	0,5
Соль поваренная пищевая, кг	–	1,4	–	1,4
Вода, кг	16	по расчету	16	по расчету (экстракт)
Влажность, %	48–50	Не более $W_{\text{хл}} \pm (0,5-1,0)$	48–50	Не более $W_{\text{хл}} \pm (0,5-1,0)$
Температура начальная, °С	25–28	28–30	25–28	28–30
Продолжительность брожения, мин	180–240	60–80	180–240	50–60
Кислотность конечная, град.	10–14	7–10	10–14	7–10

Качество хлеба в процессе хранения оценивали в течение 8 суток с интервалом 24 ч. При оценке категории свежести хлеба в процессе хранения применяли 100-балльную шкалу и коэффициенты весомости (Кв): 4 – вкус; 3 – запах; 4 – структурно-механические свойства мякиша; 4 – структура пористости; 5 – крошковатость [15]. Структурно-механические свойства мякиша хлеба определяли на приборе Структурометр СТ-1М, пористость – по ГОСТ 5669-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости; крошковатость – по методике определения свежести мякиша по его крошковатости.

Оценку антимикробных свойств экстрактов проводили путем изучения микрофлоры на поверхности и в мякише. Для анализа микрофлоры мякиша охлажденные после выпечки образцы хлеба разрезали пополам, помещали в полиэтиленовые пакеты вместе с целыми буханками и выдерживали в термостате при $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$ до появления роста колоний плесневых грибов. Поверхность хлеба наблюдали в пределах срока годности (36 ч.) и при появлении микробной порчи. Идентификацию микроскопических грибов проводили на временных препаратах «раздавленная капля» по строению мицелия и органов спороношения. Общее увеличение светового мик-

роскопа 150 (15×10) и 600 (15×40). В ходе эксперимента исследована динамика изменения КМАФАнМ и плесеней в процессе хранения ржано-пшеничного хлеба по трем вариантам. Образцы неупакованного хлеба хранили при температуре 21–23 °С и относительной влажности 70–75%. Из центральной части продукта отбирали 10 г мякиша. Исследования для контрольных образцов проводились на протяжении 4 суток, для образцов хлеба с растительными экстрактами – в течение 8 суток. Критерием оценки безопасности выбраны микробиологические показатели, установленные ТР ТС 021/2011: КМАФАнМ – не более $1,0 \times 10^3$ КОЕ/г, плесневые грибы – не более 50 КОЕ/г. Все исследования проводили в целом изделии (мякиш, корка) в соответствии со стандартизованными методами (ГОСТ 10444.12-2013, ГОСТ 33536–2015).

Результаты исследования. Форма, состояние поверхности и мякиша всех выпеченных образцов хлеба удовлетворяли требованиям ГОСТ 26983-15 Хлеб дарницкий. Технические условия. По цвету мякиша контрольный и опытные образцы хлеба отличались. За счет окраски экстрактов вариант 1 имел желтоватый, а вариант 2 – коричневый цвет (рис. 1, 2).

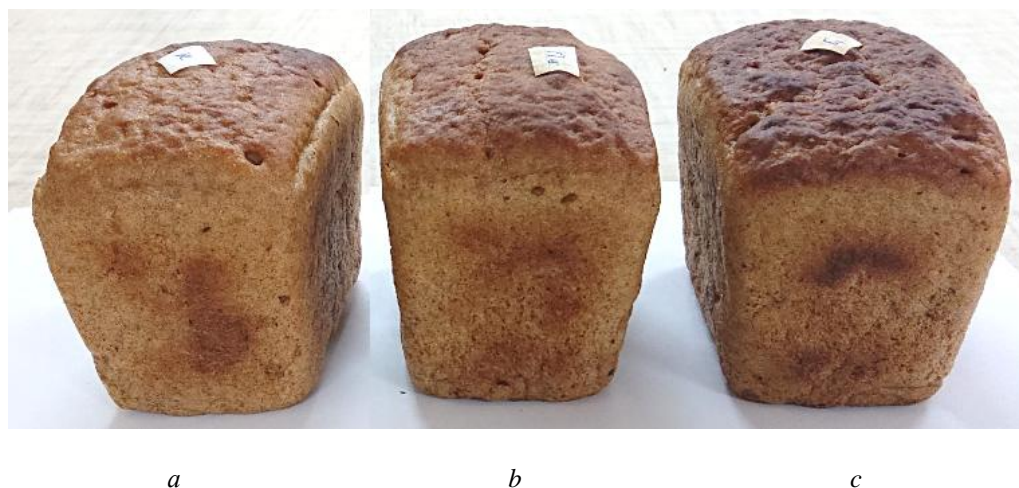


Рисунок 1. Внешний вид образцов хлеба: *a* – контроль; *b* – вариант 1; *c* – вариант 2
Figure 1. The look of bread samples: *a* – control; *b* – option 1; *c* – option 2

По вкусу и запаху вариант с экстрактом листьев брусники (вар. 2) незначительно отличался от контроля. Образцы хлеба с водным экстрактом пижмы (вар. 1) имели изысканный пряный привкус и тонкий аромат,

что свидетельствует о целесообразности использования цветков пижмы как пряности для приготовления хлебобулочных изделий с целью придания им уникальных сенсорных свойств.



Рисунок 2. Состояние пористости образцов хлеба: *a* – контроль; *b* – вариант 1; *c* – вариант 2
Figure 2. Porosity state of bread samples: *a* – control; *b* – option 1; *c* – option 2

Контрольный образец сохранял свежесть в течение 48 ч. и полностью черствел на четвертые сутки (табл. 2).

По сравнению с контролем опытные образцы ржано-пшеничного хлеба имели более высокие органолептические характеристики, сохраняющиеся в течение четырех суток. На 5-е сутки отмечается снижение качества хлеба, связанное с черствением и усыханием (ослабление аромата, изменение состояния корки, снижение эластичности мякиша, возрастание крошковатости). В варианте с экстрактом пижмы черствение наступает на 8-е, а с экстрактом брусники – на 7-е сутки.

В пределах срока годности ржано-пшеничного хлеба повреждение плесенью отсутствовало. У контрольного образца отдельные колонии отмечены спустя 3, а сильное плесневение с зарастанием всей поверхности – спустя 6 суток. В вариантах с пижмой и брусничкой колонии плесени наблюдались на 6-е, а полное зарастание – на 8-е сутки. По результатам идентификации на поверхности образцов в большем количестве обнаруживаются грибы родов *Aspergillus* (колонии зеленые с белым краем диаметром 3–10 мм, черные с желтым краем диаметром 8–9 мм, черные диаметром 15 мм, белые диаметром 5–15 мм) и *Penicillium* (колонии голубовато-зеленые с белым краем диаметром 4–10 мм), реже – *Mucor spp.* (колонии розовые диаметром 9–12 мм), *Cladosporium spp.* (точечные или расплостёртые колонии оливково-чёрного и чёрно-коричневого цвета) (табл. 3).

Среди плесеней рода *Aspergillus* идентифицированы: *Aspergillus niger* (гифы бесцветные и септированные, от которых отходят конидиеносцы длиной 400–2500 мкм, заканчивающиеся шаровидной везикулой диаметром 35–70 мкм, конидии шаровидные диаметром 4–5 мкм, тёмно-коричневого или чёрного цвета); *Aspergillus flavus* (беловатые и красно-коричневые склероции, конидии шаровидные разных форм и размеров диаметром 4–5 мкм); *Aspergillus candidus* (конидии шаровидные диаметром 3–3,5 мкм, конидиеносные головки имеют ножку длиной 350–400 мкм, на верхушке конидиеносца фиалиды длиной 6–8 мкм); *Aspergillus glaucus* (мицелий септированный и гиалиновый, гифы мицелия перегородчатые, конидии шаровидные диаметром 4–6 мкм).

Опытные образцы после 48 часов хранения содержали в 3,7–5,0 раза меньшее количество МАФАНМ по сравнению с контролем. При увеличении продолжительности хранения до 4-х суток количество МАФАНМ в опытных вариантах возрастало в 2,7–3,2 раза по сравнению с первоначальным, но соответствовало требованиям технического регламента. В контрольном образце количество МАФАНМ и плесеней на четвертые сутки превысило предельно допустимые значения соответственно в 4,5 и 2,4 раза. В опытных вариантах количество колоний плесневых грибов на 4-е сутки было ниже, чем в контроле, в 3–6, а на 8-е сутки – в 4,4–8,0 раз. Для хлеба с экстрактом листьев брусники (вар. 2) отмечена наименьшая микробная загрязненность (табл. 4).

Таблица 2. Оценка свежести образцов хлеба по органолептическим показателям качества
в процессе хранения

Table 2. Evaluation of the freshness of bread samples based on organoleptic indicators
during storage

Показатель	Оценка показателя, баллы (с учетом Кв, баллы)								
	16 ч	24 ч	48 ч	72 ч	96 ч	120 ч	144 ч	168 ч	192 ч
Контроль									
Вкус	4,6 (18,4)	4,4 (17,6)	3,6 (14,4)	2,4 (9,6)	–	–	–	–	–
Запах	4,2 (12,6)	3,8 (11,4)	2,6 (7,8)	1,6 (4,8)	–	–	–	–	–
Структурно-механические свойства мякиша	4,4 (17,6)	3,6 (14,4)	2,6 (10,4)	1,4 (5,6)	–	–	–	–	–
Структура пористости	4,4 (17,6)	3,4 (13,6)	2,8 (11,2)	1,4 (5,6)	–	–	–	–	–
Крошковатость	4,4 (22,0)	3,8 (19,0)	3,0 (15,0)	1,4 (7,0)	–	–	–	–	–
Суммарный показатель качества	88,2	76,0	58,8	32,6	–	–	–	–	–
Категория свежести	очень свежий	свежий	умеренно черствый	черствый	–	–	–	–	–
Вариант 1									
Вкус	5,0 (20,0)	5,0 (20,0)	4,8 (19,2)	4,8 (19,2)	4,6 (18,4)	4,2 (16,8)	4,0 (16,0)	3,6 (14,4)	3,4 (13,6)
Запах	5,0 (15,0)	5,0 (15,0)	4,8 (14,4)	4,6 (13,8)	4,4 (13,2)	4,0 (12,0)	3,8 (11,4)	3,6 (10,8)	3,0 (9,0)
Структурно-механические свойства мякиша	4,8 (19,2)	4,6 (18,4)	4,2 (16,8)	4,0 (16,0)	3,8 (15,2)	3,4 (13,6)	3,4 (13,6)	3,2 (12,8)	2,0 (8,0)
Структура пористости	4,8 (19,2)	4,6 (18,4)	4,4 (17,6)	4,2 (16,8)	4,0 (16,0)	3,6 (14,4)	3,4 (13,6)	3,2 (12,8)	2,0 (8,0)
Крошковатость	4,8 (24,0)	4,8 (24,0)	4,2 (21,0)	4,2 (21,0)	3,8 (19,0)	3,2 (16,0)	2,8 (14,0)	2,6 (13,0)	1,6 (8,0)
Суммарный показатель качества	97,4	95,8	89,0	86,8	81,8	72,8	68,6	63,8	46,6
Категория свежести	очень свежий	очень свежий	свежий	свежий	свежий	умеренно черствый	умеренно черствый	умеренно черствый	черствый
Вариант 2									
Вкус	4,8 (19,2)	4,6 (18,4)	4,4 (17,6)	4,2 (16,8)	4,2 (16,8)	3,8 (15,2)	3,6 (14,4)	3,2 (12,6)	3,0 (12,0)
Запах	4,4 (13,2)	4,2 (12,6)	4,0 (12,0)	4,0 (12,0)	3,8 (11,4)	3,6 (10,8)	3,4 (10,2)	3,0 (9,0)	2,0 (6,0)
Структурно-механические свойства мякиша	4,8 (19,2)	4,4 (17,6)	4,0 (16,0)	3,8 (15,2)	3,4 (13,6)	3,0 (12,0)	2,8 (11,2)	2,2 (8,8)	2,0 (8,0)
Структура пористости	4,8 (19,2)	4,2 (16,8)	4,0 (16,0)	4,0 (16,0)	3,6 (14,4)	3,0 (12,0)	2,6 (10,4)	2,4 (9,6)	1,6 (6,4)
Крошковатость	4,8 (24,0)	4,2 (21,0)	4,2 (21,0)	4,0 (20,0)	3,8 (19,0)	3,0 (15,0)	2,8 (14,0)	1,6 (8,0)	1,4 (7,0)
Суммарный показатель качества	94,8	86,4	82,6	80,0	75,2	65,0	60,2	48,0	39,4
Категория свежести	очень свежий	свежий	свежий	свежий	свежий	умеренно черствый	умеренно черствый	черствый	черствый

Таблица 3. Микрофлора поверхности хлеба в процессе хранения
Table 3. Microflora of the bread surface during storage

Образец	Число колоний спустя			Родовая принадлежность микромицетов
	3 сут.	6 сут.	8 сут.	
Контроль	3–5	Заросла вся поверхность		<i>Penicillium spp.</i> , <i>Aspergillus spp.</i> , <i>Cladosporium spp.</i> , <i>Mucor spp.</i>
Вар. 1	0	2–9	Заросла вся поверхность	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Penicillium spp.</i> , <i>Cladosporium spp.</i>
Вар. 2	0	0–5	Заросла вся поверхность	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Penicillium spp.</i>

Таблица 4. Динамика роста МАФАНМ и плесени в образцах хлеба
Table 4. Dynamics of growth of MAFAnM and mold in bread samples

Образцы хлеба	КМАФАНМ, КОЕ/г			Плесени, КОЕ/г		
	2 сут.	4 сут.	8 сут.	2 сут.	4 сут.	8 сут.
Контроль	$7,5 \times 10^2$	$4,5 \times 10^3$	$2,0 \times 10^5$	15	120	400
Вар. 1	$2,0 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	$9,0 \times 10^3$	0	40	90
Вар. 2	$1,5 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$6,5 \times 10^3$	0	20	50

Очевидно, что подавление жизнедеятельности микроорганизмов в хлебе с экстрактами пижмы и брусники обусловлено повышенной кислотностью за счет высокого содержания фенольных кислот и антимикробной активностью водорастворимых полифенолов. В соцветиях пижмы обыкновенной содержится до 0,5% эфирного масла, в составе которого преобладают туйон, камфора, борнеол, флавоноиды (кверцетин, лютеолин, апигенин), дубильные, ароматические и горькие вещества. Листья брусники содержат арбутин (до 9%), гидрохинон, фенолкарбоновые и гидроксикоричные кислоты (галловая, эллаговая, хинная, винная, урсоловая, кофейная, хлорогеновая), гиперозид, кверцетин, проантоцианидины, дубильные вещества, ароматические фенолы (тимол, карвакрол и эвгенол) [16, 17].

Заключение. Повышение микробиологической устойчивости и срока хранения хлеба является трендом продовольственной безопасности. Срок хранения дарницкого хлеба с полной заменой воды для теста на водные экстракты цветков пижмы обыкновенной и листьев брусники обыкновенной увеличился до 8 и 7 суток соответственно. Опытные образцы были устойчивы к микробиологической порче плесенью на протяжении 6 суток, что составило разницу в 4 суток по отношению к

контрольному образцу. В хлебе с экстрактами пижмы и брусники после 48 часов хранения количество МАФАНМ было в 3,7–5,0 раза ниже контрольного варианта. При увеличении продолжительности хранения до 4-х суток количество МАФАНМ в опытных вариантах возрастало в 2,7–3,2 раза по сравнению с первоначальным, но соответствовало требованиям технического регламента. В контрольном образце количество МАФАНМ и плесеней на четвертые сутки превысило предельно допустимые значения соответственно в 4,5 и 2,4 раза. В опытных вариантах количество колоний плесеневых грибов на 4-е сутки было ниже, чем в контроле, в 3–6, а на 8-е сутки – в 4,4–8,0 раза. Для хлеба с экстрактом листьев брусники отмечена наименьшая микробная загрязненность. Способ производства хлебобулочных изделий с применением растительных экстрактов *Flores Tanacetii vulgaris* и *Folia Vitis idaeae* дает возможность получать экологически чистую и безопасную продукцию на основе использования местных ресурсов растительного сырья, что существенно снизит себестоимость хлебобулочных изделий и повысит рентабельность производства за счет снижения потерь и замены химических консервантов натуральными ингредиентами, обладающими антимикробной активностью.

Список литературы

1. Никитин Д. А., Лопаева Н. Л. Микробная порча хлебобулочных изделий и её контроль с помощью консервантов // Молодежь и наука. 2023. № 1. С. 23. EDN: RMTTIB
2. San H., Laorenza Y., Behzadfar E., et al. Functional Polymer and Packaging Technology for Bakery Products // *Polymers (Basel)*. 2022. Vol.14. No. 18. P. 3793. DOI: 10.3390/polym14183793
3. Priya R., Soumya S., Simaran D., et al. Biological Approaches to Improve Shelf-Life of Baked Goods // In book: *Biological Outlook to Improve the Nutritive Quality of Bakery Products*. Publisher: Springer Singapore, 2025. Pp. 89–102. ISBN: 978-981-97-8560-5. DOI:10.1007/978-981-97-8561-2_5
4. Oliveira P. M., Zannini E., Arendt E. K. Cereal fungal infection, mycotoxins, and lactic acid bacteria mediated bioprotection: from crop farming to cereal products // *Food Microbiology*. 2014. No. 37. Pp. 78–95. DOI: 10.1016/j.fm.2013.06.003
5. Шеламова С. А., Дерканосова Н. М., Пономарёва И. Н. Анализ поверхностной микрофлоры хлеба различных производителей в процессе хранения // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. № 4(47). С. 167–175. EDN: VAUASF
6. Дорош А. П., Грегирчак Н. Н. Исследование антагонистических свойств закваски с направленным культивированием и оценка микробиологических показателей хлеба на ее основе // Техника и технология пищевых производств. 2015. Т. 37. № 2. С. 10–15. EDN: UCQNEJ
7. Axel C., Zannini E., Arendt E.K. Mould spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 57. No. 16. Pp. 3528–3542. DOI: 10.1080/10408398.2016.1147417
8. Исследование химического состава некоторых представителей рода *Tanacetum L.* / К. А. Пупыкина, И. Е. Анищенко, Е. В. Красюк [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3(204). С. 38–44. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-38-44. EDN: AYVDFP
9. Kowalonek J., Stachowiak N., Bolczak K., Richert A. Physicochemical and Antibacterial Properties of Alginate Films Containing Tansy (*Tanacetum vulgare L.*) Essential Oil // *Polymers*. 2023. Vol. 15. P. 260. DOI: 10.3390/polym15020260
10. Хижняк С. В., Еськова Е. Н. Антигрибная активность вытяжки листьев брусники в отношении возбудителя гнили земляники *Rhizopus stolonifer* // Вестник КрасГАУ. 2021. № 11(176). С. 53–60. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-53-60. EDN: FIZNQM
11. Волобой Н. Л., Бутакова Л. Ю., Смирнов И. В. Изучение антимикробного действия арбутина и гидрохинона в отношении некоторых представителей грамотрицательной флоры // Химия растительного сырья. 2013. № 1. С.179–182. EDN: RYKYGZ
12. Kryvtsova M. V., Salamon I., Koscova J., Spivak M. Y. Antibiofilm forming, antimicrobial activity and some biochemical properties of *Vaccinium vitis idaea* leaf and berry extracts on *Staphylococcus aureus* // *Biosystems Diversity*. 2020. Vol. 28. No. 3. Pp. 238–242. DOI: 10.15421/012031
13. Babich O., Larina V., Krol O. [et al.]. In Vitro Study of Biological Activity of *Tanacetum vulgare* Extracts // *Pharmaceutics*. 2023. Vol. 15. No. 2. P. 616. DOI: 10.3390/pharmaceutics15020616
14. Vilckickyte G., Raudone L., Petrikaite V. Phenolic Fractions from *Vaccinium vitis-idaea L.* and Their Antioxidant and Anticancer Activities Assessment // *Antioxidants (Basel)*. 2020. Vol. 9. No. 12. P. 1261. DOI: 10.3390/antiox9121261
15. Корячкина С. Я., Березина Н. А., Хмельёва Е. В. Методы исследования качества хлебобулочных изделий: учеб. пособие. Орел: ОрелГТУ, 2010. 166 с. EDN: VNDPCN
16. Шхагапсоев С. Х., Тамахина А. Я. Лекарственные растения Кабардино-Балкарии: экология и ресурсный потенциал. Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых, 2025. 400 с. ISBN: 978-5-93681-522-5. EDN: XZMTEN
17. Тамахина А. Я., Бориева Л. З. Применение ИК-Фурье спектроскопии для выявления и идентификации нетрадиционного растительного сырья в составе сложных пищевых систем на примере булочных изделий // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета. 2025. № 3(49). С. 146–157. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-146-157. EDN: QEMVZT

References

1. Nikitin D. A., Lopaeva N. L. Microbial spoilage of bakery products and its control using preservatives. *Youth and Science*. 2023;(1):23. (In Russ.). EDN: RMTTIB
2. San H., Laorenza Y., Behzadfar E. [et al.]. Functional Polymer and Packaging Technology for Bakery Products. *Polymers (Basel)*. 2022;14(18):3793. DOI: 10.3390/polym14183793

3. Priya R., Soumya S., Simaran D., et al. Biological Approaches to Improve Shelf-Life of Baked Goods. *Biological Outlook to Improve the Nutritive Quality of Bakery Products*. Publisher: Springer Singapore, 2025. Pp. 89–102. ISBN: 978-981-97-8560-5. DOI:10.1007/978-981-97-8561-2_5
4. Oliveira P.M., Zannini E., Arendt E.K. Cereal fungal infection, mycotoxins, and lactic acid bacteria mediated bioprotection: from crop farming to cereal products. *Food Microbiology*. 2014;(37):78–95. DOI: 10.1016/j.fm.2013.06.003
5. Shelamova S.A., Derkanosova N.M., Ponomareva I.N. Analysis of the surface microflora of bread from different manufacturers during storage. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2015;4(47):167–175. (In Russ.). EDN: VAUASF
6. Dorosh A.P., Gregirchak N.N. Antagonistic properties of dough sour with directed cultivation and evaluation of microbiological characteristics of bread produced on its basis. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2015;37(2):10–15. (In Russ.). EDN: UCQNEJ
7. Axel C., Zannini E., Arendt E. K. Mould spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;57(16):3528–3542. DOI: 10.1080/10408398.2016.1147417
8. Pupykina K.A., Anishchenko I.E., Krasyuk E.V. [et al.]. Studying the chemical composition of some genus *Tanacetum* L. Representatives. *Bulliten KrasSAU*. 2024;3(204):38–44 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-38-44. EDN: AYVFDP
9. Kowalonek J., Stachowiak N., Bolczak K., Richert A. Physicochemical and Antibacterial Properties of Alginate Films Containing Tansy (*Tanacetum vulgare* L.) Essential Oil. *Polymers*. 2023;(15):260. DOI: 10.3390/polym15020260
10. Khizhnyak S.V., Eskova E.N. Lingonberry extracting leaves antifungal activity against the strawberry rot agent *Rhizopus stolonifer*. *The Bulletin of KrasGAU*. 2021;11(176):53–60. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-53-60. EDN: FIZNQM
11. Voloboy N.L., Butakova L.Yu., Smirnov I.V. Study of antimicrobial arbutin and hydroquinone in certain gram-flora of representatives. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*. 2013;(1):179–82 (In Russ.). EDN: RCYKGZ
12. Kryvtsova M.V., Salamon I., Koscova J., Spivak M.Y. Antibiofilm forming, antimicrobial activity and some biochemical properties of *Vaccinium vitis-idaea* leaf and berry extracts on *Staphylococcus aureus*. *Biosystems Diversity*. 2020;28(3):238–242. DOI: 10.15421/012031
13. Babich O., Larina V., Krol O. [et al.]. In Vitro Study of Biological Activity of *Tanacetum vulgare* Extracts. *Pharmaceutics*. 2023;15(2):616. DOI: 10.3390/pharmaceutics15020616
14. Vilckickyte G., Raudone L., Petrikaite V. Phenolic Fractions from *Vaccinium vitis-idaea* L. and Their Antioxidant and Anticancer Activities Assessment. *Antioxidants (Basel)*. 2020;9(12):1261. DOI: 10.3390/antiox9121261
15. Koryachkina S.Ya., Berezina N.A., Khmeleva E.V. *Metody issledovaniya kachestva hlebobulochnyh izdelij* [Methods for studying the quality of bakery products]. Orel: OrelGTU, 2010. 166 p. (In Russ.). EDN: VNDPCN
16. Shkhagapsoev S.Kh., Tamakhina A.Ya. *Lekarstvennye rasteniya Kabardino-Balkarii: ekologiya i resursnyj potencial* [Medicinal plants of Kabardino-Balkaria: ecology and resource potential]. Nalchik: Izdatel'stvo M. i V. Kotlyarovyh, 2025. 400 p. (In Russ.). ISBN: 978-5-93681-522-5. EDN: XZMTEN
17. Tamakhina A.Ya., Borieva L.Z. Application of FT-IR spectroscopy for detection and identification of non-traditional raw plant materials in complex food systems using bakery products as an example. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2025;3(49):146–157. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-3-49-146-157. EDN: QEMVZT

Сведения об авторах

Тамахина Аида Яковлевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Kabardino-Balkarsкий государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4714-5835

Бориева Лариса Зрамуковна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Kabardino-Balkarsкий государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 6734-9872

Information about the authors

Aida Ya. Tamakhina – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Commodity research, tourism and law, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4714-5835

Larisa Z. Borieva – Candidate of Technical Sciences, an associate professor of the Department of Public Catering Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6734-9872

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 12.01.2026;
одобрена после рецензирования 27.01.2026;
принята к публикации 03.02.2026.*

*The article was submitted 12.01.2026;
approved after reviewing 27.01.2026;
accepted for publication 03.02.2026.*

Научная статья
УДК 637.54:637.523.2
DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-144-150

Использование бурых водорослей в рецептуре вареных колбасных изделий из мяса страуса

Наталья Николаевна Шагаева^{✉1}, Инесса Александровна Зачесова²,
Константин Викторович Есепенок³

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени
К. И. Скрябина, улица Академика Скрябина, 23, Москва, Россия, 109472

¹nata-shag@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1271-4030>

²inessa_zachesova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2743-0305>

³kv@esepenok.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3085-6577>

Аннотация. В настоящее время отечественные фермеры и пищевая промышленность имеют большой шанс для насыщения внутреннего рынка необходимыми мясными товарами. Мяса страуса и продукты его переработки могут являться такими, однако для российского потребителя это еще малоизвестный товар. Цель исследования – обоснование целесообразности использования бурых водорослей в виде сухой смеси дробленых фукуса и ламинарии в соотношении 50:50 в составе вареного колбасного изделия из мяса страуса (шпикачек). В качестве объектов исследования использовали выработанные образцы шпикачек с бурыми водорослями. Водоросли вносились в количестве 1, 5 и 10% взамен мясных ингредиентов. Исследования проводили по действующим стандартам с применением современных подходов к физико-химическому анализу качества продукта. Проведенные исследования доказывают возможность и преимущества использования смеси дробленых фукуса и ламинарии как обогатителя йодом в рецептурах вареного колбасного изделия из мяса страуса (шпикачек). Наиболее предпочтительным в рецептуре признано количество 5% бурых водорослей. Данное количество позволило улучшить органолептические и физико-химические показатели качества готового продукта. При употреблении разработанного продукта суточная потребность в йоде будет удовлетворена более чем на 20%.

Ключевые слова: мясо страуса, бурые водоросли, мясо птицы, вареные колбасные изделия, рецептура

Для цитирования: Шагаева Н. Н., Зачесова И. А., Есепенок К. В. Использование бурых водорослей в рецептуре вареных колбасных изделий из мяса страуса // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 144–150. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-144-150

Original article

The use of a brown algae in the formulation of cooked ostrich meat sausages

Natalia N. Shagaeva^{✉1}, Inessa A. Zachesova², Konstantin V. Esepenok³

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin, 23
Academician Skryabin Street, Moscow, Russia, 109472

¹nata-shag@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1271-4030>

²inessa_zachesova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2743-0305>

³kv@esepenok.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3085-6577>

Abstract. Currently, domestic farmers and the food industry have a significant opportunity to saturate the internal market with necessary meat products. Ostrich meat and its processed products can serve this purpose; however, it remains a relatively unknown product for the Russian consumer. The research aimed to substantiate the feasibility of using brown algae in the form of a dry mixture of crushed *Fucus* and *Laminaria* (50:50) in cooked sausage products made from ostrich meat (frankfurters). The study objects were produced frankfurter samples with brown algae, added at 1%, 5%, and 10% as a replacement for meat ingredients. The studies were conducted according to current standards using modern approaches to physicochemical product quality analysis. The conducted research proves the possibility and advantages of using a mixture of crushed *Fucus* and *Laminaria* as an iodine enrichment ingredient in formulations of cooked ostrich meat sausages (frankfurters). The most preferable amount in the formulation was found to be 5% brown algae, which improved the organoleptic and physicochemical quality indicators of the final product. Consumption of the developed product would satisfy more than 20% of the daily requirement for iodine.

Keywords: ostrich meat, brown algae, poultry meat, cooked sausages, formulation, product enrichment.

For citation: Shagaeva N.N., Zachesova I.A., Esepenok K.V. The use of a brown algae in the formulation of cooked ostrich meat sausages. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):144–150. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-144-150

Введение. В настоящее время в России начинает набирать обороты в своем развитии агротуризм, который признан приоритетным направлением государственной политики на ближайшее время. Развитие этого направления туризма до 2030 года закреплено в Федеральном законе от 02.07.2021 г. № 318-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» и статью 7 Федерального закона «О развитии сельского хозяйства».

Страусоводство – одна из развивающихся ниш агротуризма. В Российской Федерации действует больше 250 ферм с общим поголовьем черных африканских страусов, полностью приспособленных для разведения, 4200 голов [1]. Агротуризм способствует популяризации мяса страусов, достоверная информация о котором у большинства потребителей отсутствует.

Мясо страуса богато тиамином и рибофлавином, калием, фосфором, железом, марганцем и медью, содержит около 22% белка и небольшое количество холестерина (около 32 мг на 100 г жира) [2, 3]. Богатый витаминный и минеральный состав мяса благоприятно воздействует на функционирование организма человека [4]. По органолептическим характеристикам в готовом виде мясо страуса не обладает никаким специфическим привкусом или ароматом [5]. Таким образом, разработка новых рецептур на основе мяса страуса имеет высокие перспективы.

Цель исследования – обосновать целесообразность использования бурых водорослей в составе вареного колбасного изделия из мяса страуса.

Использование смеси бурых водорослей (например, фукуса и ламинарии) в технологии вареного колбасного изделия позволит улучшить показатели качества последнего главным образом за счет биологически активных веществ, которые отсутствуют в мясе страуса. Бурые водоросли богаты ламинарином, фукоиданом, альгинатом и другими биологически активными веществами, многие из которых представлены углеводами.

Смесь указанных водорослей используют в профилактическом, диетическом и лечебном питании в восстановительной медицине и как компонент комплексной терапии при многих заболеваниях. Например, содержащиеся в них фукоидан и ламинарин ингибируют и приостанавливают избыточный рост гладкомышечных клеток в стенке сосудов, что является одним из важнейших элементов в блокировании развития атеросклеротических бляшек, активируют ферменты, участвующие в бета-окислении жирных кислот, что в первую очередь способствует уменьшению уровня холестерина, улучшению жирового и углеводного обмена.

Фукоидан способен проникать внутрь опухольной клетки и замедлять ее рост, а ламинарин обеспечивает 30% антикоагулянтного действия гепарина [6].

Помимо всего, бурые водоросли – отличное средство для профилактики и лечения щитовидной железы. Содержание йода в ламинарии составляет 56,12 мкг/100 г, в фукусе 65,46 мкг/100 г [7].

Материалы, методы и объекты исследования. Для подтверждения целесообразности использования бурых водорослей в составе вареного колбасного изделия за основу была принята разработанная ранее авторами рецептура шпикачек из мяса страуса и кур, где мясо птицы добавлялось в соотношении 70:30 соответственно. Бурые водоросли в новом продукте применялись в виде сухой смеси дробленых фукуса и ламинарии в соотношении 50:50 соответственно в гидратированном виде. Помимо указанных ингредиентов, в состав шпикачек входили шпик свиной, имбирь сушеный, перец черный и белый молотый, соль пищевая.

Объектами исследования служили шпикачки: образец 1 – контроль (без добавления смеси бурых водорослей; образец 2 – с 1% смеси бурых водорослей; образец 3 – с 5% смеси бурых водорослей; образец 4 – с 10% смеси бурых водорослей. Бурые водоросли вносились взамен мясных ингредиентов.

Химический состав смеси водорослей определяли по ГОСТ 26185-84.

В готовых шпикачках определяли органолептические показатели качества в соответствии с ГОСТ 31639-2012 и ГОСТ 9959-2015; физико-химические показатели качества – в соответствии с ГОСТ 25011-2017, ГОСТ 23042-2015, ГОСТ 33319-2015, ГОСТ 31727-2012. Углеводы находили расчетным путем. Энергетическую ценность шпикачек определяли в соответствии с ТР ТС 022/2011 по фактическим показателям. Йод определяли в соответствии с МУК 4.1.1187-03.

Результаты исследования. Предварительно были изучены физико-химические показатели качества смеси бурых водорослей (табл. 1).

Представленные данные свидетельствуют, что исследуемую смесь можно рекомендовать в качестве минеральной пищевой добавки в рецептурах пищевых продуктов, а также в качестве источника сложных углеводов и пищевых волокон.

Разработка продуктов питания многокомпонентного состава прежде всего должна опи-

раться на моделирование вариантов рецептуры, позволяющее сравнивать вариации разрабатываемого продукта относительно друг друга с последующим выбором рецептуры, получившей максимальную оценку дегустаторов. Для установления отклонений качественных показателей шпикачек был применен профильный метод органолептической оценки (рис. 1) [8].

Таблица 1. Химический состав сухой смеси фукуса и ламинарии (50:50)
Table 1. Chemical composition of a dry mixture of fucus and kelp (50:50)

Массовая доля, %	Смесь фукуса и ламинарии
Влага	9,0±0,31
Жир	0,5±0,01
Белок	8,1±0,12
Зола	34,8±1,15
Углеводы (в т.ч. пищевые волокна)	47,6±1,62

Результаты органолептической оценки (рис. 1) свидетельствуют, что бурые водоросли в количестве 1% не оказывают существенного влияния на восприятие внешнего вида, консистенции, вида на срезе продукта, тогда как добавление в количестве 5 и 10% способствует улучшению консистенции продукта, которая становится более нежной и сочной. Однако увеличение массовой доли водорослей в составе способствовало снижению мясного вкуса и аромата, и напротив, усилило специфический, напоминающий рыбный. Наиболее выраженным рыбным вкусом и ароматом обладал образец 4 с содержанием 10% смеси бурых водорослей.

Все образцы обладали красивым внешним видом. Батончики были ровными, с чистой поверхностью, без отеков, без повреждений оболочки. Фарш отличался равномерностью, без пустот. Общее восприятие цвета фарша на срезе снижалось по мере увеличения водорослей. Наиболее низкий балл за этот показатель был поставлен образцу 4.

Средний балл образца 1 составил 4,8; образца 2 составил 4,4 балла; образца 3 составил 4,6 и образца 4 составил 3,9.

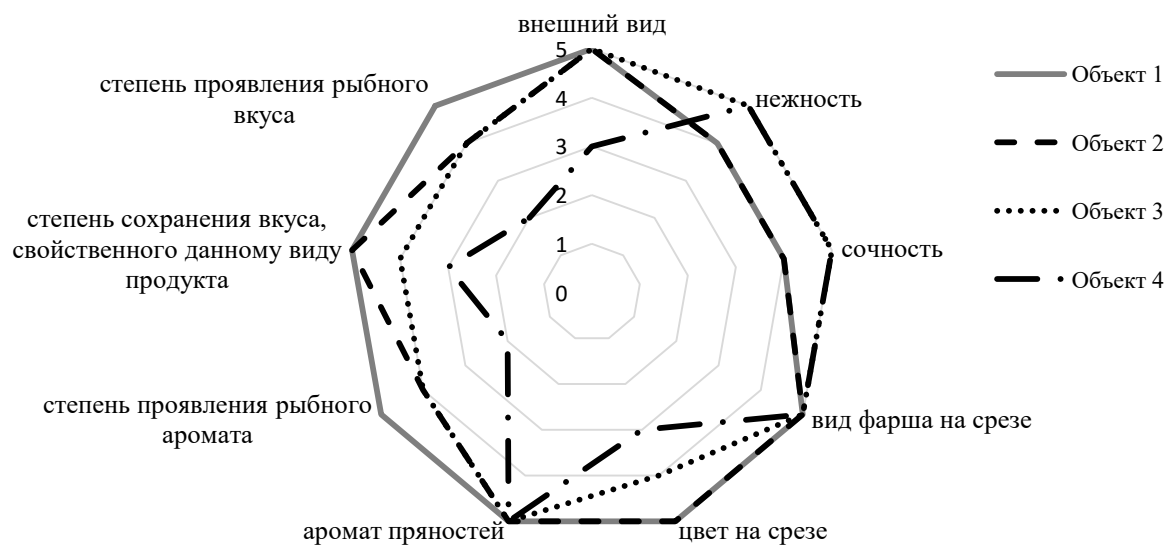


Рисунок 1. Органолептическая оценка шпикачек, балл
Figure 1. Organoleptic assessment of spiciness, score

Физико-химические исследования шпикачек показали, что вносимая смесь водорослей не оказывает существенного влияния на

состав продукта в части влаги, жира и белка, однако она повлияла на увеличение массовой доли золы и углеводов (табл. 2).

Таблица 2. Физико-химические свойства шпикачек
Table 2. Physical and chemical properties of pork rinds

Массовая доля, %	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Влага	54,5±1,7	53,6±1,7	50,8±1,5	47,5 ±1,5
Жир	29,0±0,8	28,6±0,8	27,9±0,8	27,7±0,8
Белок	15,8±0,3	15,3±0,5	14,7±0,4	14,1±0,5
Зола	0,6±0,01	1,0±0,01	2,4±0,01	4,0±0,01
Углеводы (в т.ч. пищевые волокна)	0,1±0,002	1,5±0,03	4,2±0,09	6,7±0,10
Пищевая и энергетическая ценность, ккал/кДж	324,6/1358,1	324,2/1356,5	325,7/1362,7	330,8/1384,1

Массовая доля минеральных компонентов (золы) в образцах увеличилась в 1,7 раза в образце 2; в 4 раза в образце 3; в 6,7 раза в образце 4 по отношению к образцу 1. Если сравнить образец 2 с 3-м и образец 3 с 4-м, то увеличение составило 2,4 и 1,7 раза соответственно.

Массовая доля углеводов увеличилась в образце 2 в 15 раз, в образце 3 в 42 раза и образце 4 в 67 раз по отношению к образцу 1. При сравнении образца 2 с 3-м и образца 3 с 4-м видно, что увеличение составило 2,8 и 1,6 раза соответственно.

Увеличение массовой доли бурых водорослей до 10% нерационально, так как представленные данные по массовым долям золы и углеводов указывают, что наибольшее увеличение их наблюдается при добавлении 5% (при сравнении образцов между собой).

Для того чтобы понять, насколько состав шпикачек может обогатиться йодом из сухой смеси фукуса и ламинарии, была исследована его массовая концентрация (табл. 3).

Исходя из представленных данных можно сделать вывод о том, что добавление сухой смеси фукуса и ламинарии позволяет обога-

тить шпикачки йодом. Содержание йода в образцах 2, 3 и 4 увеличилось по отношению к 1-му образцу в 5,4 раза, 5,5 раза и 5,7 раза соответственно. Сравнивая между собой об-

разцы, можно отметить, что разница в 2,6% наблюдалась между образцом 2 и 3 в пользу последнего. В образцах 3 и 4 существенной разницы не отмечено.

Таблица 3. Содержание йода в шпикачках
Table 3. Iodine content in pork rinds

Показатель, мкг/100 г	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Йод	5,73±0,17	30,97±0,95	31,79±0,95	32,82±1,05

Согласно требованиям ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» средняя суточная потребность в йоде составляет 150 мкг. Следовательно, при употреблении разработанного вареного колбасного изделия (шпикачки) суточная потребность в йоде будет удовлетворена более чем на 20%, следовательно, используемую сухую смесь бурых водорослей можно отнести к функциональному пищевому ингредиенту, а само вареное колбасное изделие (шпикачки) – к обогащенному продукту.

Выводы. Исследование позволило экспериментально обосновать целесообразность использования сухой смеси бурых водорослей (фукуса и ламинарии в соотношении 50:50) в рецептуре вареных колбасных изделий из мяса страуса (шпикачек). В результате комплексной оценки установлено, что введение смеси водорослей в количестве 5% взамен мясных ингредиентов является опти-

мальным. Данная концентрация позволила достичь положительного влияния на ключевые характеристики готового продукта: улучшились органолептические показатели (в частности, консистенция стала более нежной и сочной), а также были оптимизированы физико-химические параметры.

Наиболее важным практическим результатом работы является обогащение продукта йодом. Установлено, что потребление разработанных шпикачек позволяет удовлетворить более 20% суточной потребности человека в этом жизненно важном микроэлементе, что позволяет классифицировать продукт как обогащенный и отнести смесь бурых водорослей к функциональным пищевым ингредиентам. Таким образом, результаты исследования подтверждают перспективность использования бурых водорослей для создания новых мясных продуктов с повышенной пищевой ценностью.

Список литературы

1. Абдикаххоров Г., Шкаева Н. А. Характеристика пищевой ценности мяса страуса с мясом домашних животных // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2019. Т. 240. № 4. С. 4–6. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-240-4-4-7. EDN: BGOORA
2. Рогозина Е. А., Колодяжная В. С. Технология переработки и продукты переработки мяса страуса // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК: материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова, 2022. С. 138–144. ISBN: 978-5-7369-0868-4. EDN: OEKEQA
3. Разработка технологии колбасных изделий с использованием мяса страусов / М. И. Сложенкина, В. А. Бараников, О. А. Княжеченко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 161. С. 298–308. DOI: 10.21515/1990-4665-161-024. EDN: HMBQHQ
4. Биологические и технологические аспекты использования мяса страуса в производстве продуктов питания для детей / А. М. Патиева, А. Г. Кошаев, С. В. Патиева, А. В. Зыкова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 251. № 3. С. 203–212. DOI: 10.31588/2413_4201_1883_3_251_203. EDN: QTRRDM

5. Теоретическое обоснование разработки специализированного мясного продукта на основе мяса страуса / Н. Ю. Сарбатова, Р. С. Омаров, С. А. Измайлова, О. В. Сычева // *Мясные технологии*. 2015. № 5(149). С. 48–51. EDN: ТТИИХ

6. Использование геля из гомогенизированных бурых морских водорослей для диетического (лечебно-профилактического) питания: медицинская технология / А. Н. Разумов [и др.]; под ред. А. Н. Разумова, И. П. Бобровницкого, Т. А. Князевой [и др.]; ФГУ «Российский научный центр восстановительной медицины и курортологии Росздрова». Москва: Квадрига, 2009. 32 с. ISBN: 978-5-91791-004-8. EDN: QLVDIF

7. Козликова Е. Е., Никольский В. М. Аргентометрическое определение йода в ламинарии // *Инновационные материалы и технологии-2022: материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Минск, 23–24 марта 2022 года*. Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2022. С. 511–512. EDN: ULXSMM

8. Шагаева Н. Н., Колобов С. В. Исследование влияния пищевых волокон на качественные характеристики полуфабрикатов из мяса лося // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2020. Т. 9. № 4(52). С. 107–111. DOI: 10.46548/21vek-2020-0951-0020. EDN: GRFLPE

References

1. Abdikakhkhorov G., Shkaeva N.A. Characteristic of food value of meat struss with meat of pets. *Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine*. 2019;240(4):4–6. (In Russ.). DOI: 10.31588/2413-4201-1883-240-4-4-7. EDN: BGOORA

2. Rogozina E.A., Kolodyaznaya V.S. Processing technology and ostrich meat processing products. *Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii APK: materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Kursk, 26 maya 2022 goda* [The Role of Agricultural Science in Sustainable Development of the AIC: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Kursk, May 26, 2022]. Kursk: Kurskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni I.I. Ivanova, 2022. Pp. 138–144. ISBN: 978-5-7369-0868-4. (In Russ.). EDN: OEKEQA

3. Slozhenkina M.I., Baranikov V.A., Knyazhechenko O.A. [et al.]. Development of the technology for producing sausages using ostrich meat. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2020;(161):298–308. (In Russ.). DOI: 10.21515/1990-4665-161-024. EDN: HMBQHQ

4. Patieva A.M., Koshchaev A.G., Patieva S.V., Zykova A.V. Biological and technological aspects of the use of ostrich meat in the production of food for children. *Scientific notes Kazan Bauman state academy of veterinary medicine*. 2022;251(3):203–212. (In Russ.). DOI: 10.31588/2413_4201_1883_3_251_203. EDN: QTRRDM

5. Sarbatova N.Yu., Omarov R.S., Izmajlova S.A., Sy'cheva O.V. Theoretical justification for the development of a specialized meat product based on ostrich meat. *Meat Technology*. 2015;5(149):48–51. (In Russ.). EDN: ТТИИХ

6. Razumov A.N. [et al.]. *Ispol'zovanie gelya iz gomogenizirovannyh buryh morskikh vodoroslej dlya dieticheskogo (lechebno-profilakticheskogo) pitaniya: medicinskaya tekhnologiya; pod red. A. N. Razumova, I.P. Bobrovnickogo, T. A. Knyazevoj [i dr.]; FGU «Rossijskij nauchnyj centr vosstanovitel'noj mediciny i kurortologii Roszdrava»* [Use of gel from homogenized brown seaweed for dietary (therapeutic and prophylactic) nutrition: medical technology; edited by A.N. Razumov, I.P. Bobrovniksky, T.A. Knyazeva [et al.]; Federal State Institution "Russian Scientific Center for Restorative Medicine and Balneology of the Russian Health Ministry"]. Moscow: Kvadriga, 2009. 32 p. ISBN: 978-5-91791-004-8. (In Russ.). EDN: QLVDIF

7. Kozlikova E.E., Nikolsky V.M. Argentometric determination of iodine in kelp. *Innovacionnye materialy i tekhnologii-2022: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii molodyh uchenyh, Minsk, 23–24 marta 2022 goda* [Innovative materials and technologies-2022: Proceedings of the International scientific and technical conference of young scientists, Minsk, March 23–24, 2022]. Minsk: Belorusskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet, 2022. Pp. 511–512. (In Russ.). EDN: ULXSMM

8. Shagaeva N.N., Kolobov S.V. Study of the influence of dietary fiber on the quality characteristics of semi-finished products from moose meat. *XXI century: resumes of the past and challenges of the present plus*. 2020;9(4):107–111. (In Russ.). DOI: 10.46548/21vek-2020-0951-0020. EDN: GRFLPE

Сведения об авторах

Шагаева Наталья Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и управления качеством продукции АПК им. С. А. Каспарьянца, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», SPIN-код: 3135-2987, Scopus ID: 57220032548, Researcher ID: HKW-3549-2023

Зачесова Инесса Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и управления качеством продукции АПК им. С. А. Каспарьянца, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», SPIN-код: 1079-1520, Scopus ID: 23977123600, Researcher ID: HKW-3508-2023

Есепенок Константин Викторович – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии и управления качеством продукции АПК им. С. А. Каспарьянца, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», SPIN-код: 9202-4435, Scopus ID: 57214721433, Researcher ID: AAC-2373-2020

Information about the authors

Natalia N. Shagaeva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technology and Quality Management of Agricultural Products named after S.A. Kaspar'yants, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin, SPIN-code: 3135-2987, Scopus ID: 57220032548, Researcher ID: HKW-3549-2023

Inessa A. Zachesova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technology and Quality Management of Agricultural Products named after S.A. Kaspar'yants, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin, SPIN-code: 1079-1520, Scopus ID: 23977123600, Researcher ID: HKW-3508-2023

Konstantin V. Esepenok – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Technology and Quality Management of Agricultural Products named after S.A. Kaspar'yants, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA by K.I. Skryabin, SPIN-code: 9202-4435, Scopus ID: 57214721433, Researcher ID: AAC-2373-2020

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 14.01.2026;
одобрена после рецензирования 02.02.2026;
принята к публикации 09.02.2026.*

*The article was submitted 14.01.2026;
approved after reviewing 02.02.2026;
accepted for publication 09.02.2026.*

ЭКОНОМИКА

ECONOMY

Региональная и отраслевая экономика

Regional and Sectoral Economy

Научная статья

УДК 338.43

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-151-159

**Развитие сельского хозяйства региона:
состояние, проблемы и перспективы****Фатима Ехьяевна Караева**

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

fatima64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8911-5469>

Аннотация. В статье представлены отдельные результаты комплексного исследования развития сельского хозяйства региона. Значительное внимание уделяется оценке сельхозпроизводства в рамках всей страны. Выделяются и описываются характерные три его особенности: земля как основной ресурс, воздействие природных факторов, сезонный характер производства. Ориентация на принцип устойчивости определена как важный фактор современного развития. В статье раскрываются проблемы, с которыми сталкивается современное сельскохозяйственное производство: низкий уровень технической модернизации отрасли, приводящий к снижению производительности труда; неразвитость логистической инфраструктуры; сложности с выходом на крупные рынки сбыта; неэффективная кредитная политика по отношению к мелким и средним товаропроизводителям и др. Обобщается практический опыт реализации целевых программ поддержки сельхозпроизводителей в виде финансовой помощи при покупке техники, топлива и удобрений. Но данные объемы недостаточны для решения остро необходимых проблем устойчивого развития. В качестве приоритетной задачи обозначено создание механизмов государственной помощи для смягчения последствий сезонных изменений и воздействия климата. Продукция сельского хозяйства оценена по категориям хозяйств в отраслях растениеводства и животноводства. Обозначены основные тенденции и перспективы развития отрасли.

Ключевые слова: сельское хозяйство, модернизация, устойчивость, факторы, приоритет, перспективы развития

Для цитирования: Караева Ф. Е. Развитие сельского хозяйства региона: состояние, проблемы и перспективы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 151–159. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-151-159

Original article

Agricultural development in the region: status, problems, and prospects

Fatima E. Karaeva

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

fatima64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8911-5469>

Abstract. The article presents the results of a comprehensive study of the region's agricultural development. Special attention is given to the assessment of agricultural production throughout the country. Three distinctive features of agricultural production are highlighted and described: the importance of land as a primary resource, the impact of natural factors, and the seasonal nature of production. The article emphasizes the importance of sustainability as a key factor in modern agricultural development. It also addresses the challenges faced by modern agricultural production. These include: a low level of technical modernization in the industry, which leads to a decrease in labor productivity; underdeveloped logistics infrastructure; difficulties in accessing large markets; an ineffective credit policy towards small and medium-sized producers, and more. The article summarizes the practical experience of implementing targeted support programs for agricultural producers in the form of financial assistance for purchasing machinery, fuel, and fertilizers. However, these volumes are insufficient to address the urgent challenges of sustainable development. The creation of government assistance mechanisms to mitigate the effects of seasonal changes and climate impacts has been identified as a priority. Agricultural products have been evaluated based on the categories of farms in the fields of crop production and livestock farming. The main trends and prospects for the development of the industry have been identified.

Keywords: agriculture, modernization, sustainability, factors, priority, and development prospects

For citation: Karaeva F.E. Agricultural development in the region: status, problems, and prospects. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):151–159. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-151-159

Введение. Сельское хозяйство является приоритетной отраслью экономики, которое поддерживается государством на различных уровнях, выполняя значимую функцию в прогрессе экономики и социума. Обеспечение населения продуктами питания, создание новых рабочих мест и поддержка культурных ценностей – все это способствует стабильному экономическому росту и социальному благополучию.

Эффективное развитие сельского хозяйства немислимо без вовлечения смежных сфер. Данная отрасль глубоко интегрирована со всеми компонентами агропромышленного комплекса. Современному сельскохозяйственному производству критически важна ориентация на принципы устойчивости. В частности, это выражается в применении безопасных для окружающей среды технологий, бе-

режном отношении к природным богатствам и разнообразию их видов.

Применение таких подходов позволяет уменьшить воздействие сельского хозяйства на экосистему. Современные вызовы диктуют необходимость изменения стратегий, внедрения инновационных решений, повышенного внимания к экологии для гарантированного развития сельского хозяйства в будущем. Рациональное планирование сельскохозяйственной деятельности способствует поддержанию природных богатств и улучшению состояния окружающей среды. Использование безопасных для природы практик, например, органического земледелия, поддержка разнообразия видов способствуют уменьшению вредного влияния на природу. Нельзя не отметить три характерные особенности.

В частности, основным его ресурсом является земля, которая напрямую влияет на конечный результат. Следующей особенностью является подверженность воздействию природных факторов. Именно климатические условия диктуют типы культур, соответствующие для выращивания в определенном географическом регионе. Третья особенность определяется сезонным характером, влияющим на использование ресурсного потенциала и эффективность всей отрасли.

Целью исследования является диагностика общего развития сельскохозяйственной отрасли в России и в частности в Кабардино-Балкарской Республике, а также определение ключевых трендов и рисков в производственном процессе.

Материалы, методы и объекты исследования. Анализ итогов развития сельского хозяйства страны в целом и Кабардино-Балкарской Республики в частности проводится с использованием сравнительных методов исследования на основании базы данных Росстата, а также официальных сайтов Минсельхоза РФ и Министерства сельского хозяйства КБР (2020, 2022, 2023 годы).

Кабардино-Балкарская Республика с ее плодородными землями традиционно является регионом с развитым аграрным сектором. Однако, как и во многих других регионах России, сельское хозяйство республики сталкивается с рядом проблем, которые тормозят его развитие и требуют комплексных решений.

Технический уровень оснащенности отрасли не является безупречным, так как на многих предприятиях обновление происходит медленно, но процесс модернизации набирает небольшие обороты. Поддержка со стороны государства в рамках импортозамещения направлена на стабилизацию и повышению эффективности работы сектора. Недостаточно высокая рентабельность ограничивает внедрение инноваций, а основными преимуществами остаются плодородие земли и благоприятный климат. Значительная часть сельскохозяйственной техники требует модернизации, т. к. использование старого оборудования приводит к снижению производительности труда, увеличению затрат на ремонт.

Сельскохозяйственная продукция из других регионов часто оказывается более доступной для потребителей. Это создает допол-

нительное давление на местных товаропроизводителей. Фермерам зачастую сложно найти надежных покупателей, особенно в условиях высокой конкуренции. Неразвитость логистической инфраструктуры и сложности с выходом на крупные рынки сбыта приводят к тому, что значительная часть продукции реализуется по низким ценам.

Отдельного внимания заслуживает реализация кредитной политики, так как получение кредитов и субсидий для развития бизнеса остается также сложной проблемой для многих сельхозпроизводителей, особенно для мелких и средних товаропроизводителей. Высокие проценты ограничивают возможности для инвестиций в новые технологии и расширения производства. Эффективной практикой было бы предоставление государственных гарантий по особо значимым (приоритетным) инвестиционным проектам [1].

Банковская кредитная политика ориентирована на предоставление займов холдинговым структурам АПК, воспринимаемым как низкорисковые заемщики и способным оперативно наращивать значимый кредитный портфель. Действуют льготные программы для фермеров, основанные на компенсации разницы между рыночной и процентной ставкой и сниженной, субсидируемой ставкой. При текущей рыночной ставке свыше 21% и льготных условиях (от 7 до 10%) затраты на компенсацию становятся чрезвычайно высокими, что ограничивает общую кредитную емкость. В связи с этим фермерам все меньше удается полагаться на льготное финансирование, и им приходится все чаще обращаться к коммерческому кредитованию [2].

Несмотря на существующие трудности, сельское хозяйство КБР обладает значительными возможностями, но следует отметить недостаточно эффективный рост и неполное использование имеющегося потенциала [3]. Для его раскрытия необходимо провести техническую модернизацию, создать условия для привлечения и удержания молодых специалистов в сельской местности, развивать систему профессионального образования и переподготовки кадров, строить современные перерабатывающие предприятия и создавать оптово-распределительные центры, объединять фермеров в кооперативы и агропромышленные кластеры, которые позволят совместно решать проблемы сбыта, закупок и продвижения продукции.

Решение этих проблем требует скоординированных усилий со стороны органов власти, самих сельхозпроизводителей, научных учреждений и бизнеса. Комплексное решение данных вопросов позволит решить насущные проблемы в рамках развития сельского хозяйства республики.

Результаты исследования. Современный российский агропромышленный комплекс представлен сочетанием различных структур сельскохозяйственного производства со своей спецификой и ролью в сельскохозяйственном секторе России [4]. Несмотря на то, что сельское хозяйство остается важным сектором российской экономики, играющим роль в обеспечении продуктами питания, трудоустройстве населения и экспорте товаров, результаты 2024 года оказались не столь позитивными, так как год ознаменовался целым рядом проблем, спровоцированных сложной климатической ситуацией и трансформациями внутри сельскохозяйственного производства. По данным Росстата, сельскохозяйственное производство в 2024 году уменьшилось на 3,2% по отношению к предыдущему периоду, достигнув объема в 8902,9 млрд руб. Наиболее заметное снижение зафиксировано в растениеводческой сфере: урожайность зер-

новых культур снизился на 21,1%, составив 125 млн тонн, производство подсолнечника – на 7,3% (табл. 1). Кроме того, уменьшились объемы собранного картофеля (на 10,4%) и некоторых видов овощей (на 2,8%). Показатели в животноводческой отрасли намного лучше: в фермерских хозяйствах произошло увеличение производства скота и птицы для забоя (в живой массе) на 4,6%, а также яиц (на 3,7%) и поголовья птиц (на 1,1%).

Хотя совокупное производство в сельскохозяйственном секторе страны в 2024 году несколько уменьшилось, оно обладает весомым ресурсом для последующего подъема и устойчивого развития, главным образом при оказании действенной помощи со стороны государства и благоприятной инвестиционной поддержке. В приоритетном порядке осуществлялись мероприятия, направленные на внедрение цифровых технологий, обновление оборудования и инфраструктуры, поддержку малых форм хозяйствования и увеличение возможностей экспорта продукции. Реализованы также целевые программы поддержки сельхозпроизводителей в регионах, предусматривающие доступные кредитные условия и финансовую помощь при покупке техники, топлива и удобрений.

Таблица 1. Динамика основных показателей сельского хозяйства России*
Table 1. Dynamics of Russia's Main Agricultural Indicators*

№ п/п	Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	Изменения	
							+, –	%
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1	Производство зерна, млн тонн	133,5	121,4	136,1	134,1	125,0	–8,5	93,6
2	Урожайность зерна, ц/га	40,2	35,6	39,2	37,7	27,7	–12,5	68,9
3	Производство подсолнечника, млн тонн	17,9	16,1	17,2	17,0	16,6	–1,3	92,7
4	Урожайность подсолнечника, ц/га	18,1	16,2	17,2	17,0	16,2	–1,9	89,5
5	Производство картофеля, млн тонн	20,1	19,5	19,8	19,9	18,0	–2,1	89,6
6	Урожайность картофеля, ц/га	190	185	188	190	178	–12	93,7
7	Производство овощей, млн тонн	14,2	13,9	14,1	14,0	13,8	–0,4	97,2
8	Производство скота и птицы на убой, млн тонн	17,4	17,6	18,0	18,1	18,2	0,8	104,6
9	Производство яиц, млрд штук	53,9	54,2	54,7	55,5	55,9	2	103,7
10	Поголовье КРС, млн голов	16,6	16,5	16,4	16,4	16,4	–0,2	98,8
11	Поголовье птицы, млн голов	550	552	554	555	556	6	101,1

*Источник: [5]

Таким образом, хотя общий объем сельскохозяйственного выпуска снизился, отрасль продолжает выполнять свои главные функции: снабжать продуктами питания внутренний рынок и иметь возможность экспортировать продукцию за пределами страны. Приоритетной задачей является укрепление стабильности урожаев и создание механизмов государственной помощи для смягчения последствий сезонных изменений и воздействия климата.

Рассматривая сельское хозяйство Кабардино-Балкарии, следует отметить, что оно традиционно занимает ключевое место в экономике региона благодаря благоприятному географическому положению и богатой истории земледелия. Отличительной чертой этой сферы является ее высокая зависимость от государственной помощи и устоявшейся системы поддержки, поскольку внедрение инновационных методов ведения хозяйства определяется именно этими факторами, а не общими тенденциями экономического развития. Многие развитые страны инвестируют значительные ресурсы в укрепление собственного сельскохозяйственного производства. Как показывает мировой опыт, устойчивый прогресс в сельском хозяйстве возможен лишь при активном участии государства.

На 2025 год государственная помощь агропромышленному комплексу региона была обозначена в размере 4 млрд руб. Основная часть финансирования планировалось направить на развитие растениеводства, мелиорации, племенного животноводства, малых форм хозяйствования и комплексное развитие сельских территорий. По данным июля 2025 г., на помощь начинающим фермерам в рамках проекта «Агростартап» выделено 51,2 млн руб. из федеральной и региональной казны. В результате конкурсного отбора 19 грантополучателям предоставлена финансовая помощь в размере до 3,2 млн руб. на одного участника.

На основании официальных статистических данных рассмотрим производство продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств (табл. 2). Выход продукции сельского хозяйства по хозяйствам всех категорий в динамике имеет рост в размере 36795,6 млрд руб., или на 62,1%. На долю растениеводческой отрасли приходится 57,8%, или 55529,5 млрд руб. от общего размера произведенной продукции. Кроме этого, темп роста отрасли растениеводства опережает на 12,2% отрасль животноводства.

Таблица 2. Продукция сельского хозяйства по категориям хозяйств*
Table 2. Agricultural products by farm category*

№ п/п	Показатели	2020	2022	2023	Изменения	
					млрд руб.	%
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Хозяйства всех категорий						
1	Продукция с/х – всего:	59241,5	84382,1	96037,1	36795,6	162,1
1.1	растениеводства	33150,0	50339,3	55529,5	22379,5	167,5
1.2	животноводства	26091,5	34042,8	40507,6	14416,1	155,3
Сельскохозяйственные организации						
2	Продукция с/х – всего:	16103,9	27393,8	28872,7	12768,8	179,3
2.1	растениеводства	10527,8	20193,6	20444,3	9916,5	194,2
2.2	животноводства	5576,1	7200,2	8428,4	2852,3	151,1
Хозяйства населения						
3	Продукция с/х – всего:	19814,7	37180,7	42043,3	22228,6	2,1 раза
3.1	растениеводства	5549,4	18737,1	20254,2	14704,8	3,6 раза
3.2	животноводства	14265,3	18443,6	21789,1	7253,8	152,7
Крестьянские (фермерские) хозяйства						
4	Продукция с/х – всего:	23322,9	19807,6	25121,1	1798,2	107,7
4.1	растениеводства	17072,8	11408,6	14831,0	-2241,8	86,8
4.2	животноводства	6250,1	8399,0	10290,1	4040	164,6

*Источник: [6]

Если рассматривать по категориям хозяйств, то доля хозяйств населения превалирует, и на конец 2023 года общий выход продукции составил 42043,3 млрд руб. Данный результат выше уровня 2020 года в 2,1 раза. В данном сегменте в 2020 году доля отрасли животноводства составляла 72,0%, но к концу отчетного года происходит снижение до 51,8%. Доля продукции крестьянско-фермерских хозяйств составляет 26,2%. В отрасли растениеводства происходит снижение на 2241,8 млрд руб., или на 23,2%.

В отличие от промышленных предприятий, сельскохозяйственные организации не направляют всю выработанную продукцию на реализацию – часть ее (семена, корма, сырье для переработки) применяется в собственных производственных процессах. Рациональное использование собственной продукции напрямую влияет на развитие растениеводства и животноводства, а также на увеличение товарной направленности и повышение финансовой устойчивости хозяйств. Однако рост товарности должен быть обоснованным и не основанным на невыполнении внутренних потребностей. Создание избыточных запасов экономически оправдано лишь при наличии реальной необходимости, поскольку их наличие снижает объем реализуемой продукции и способствует нецелесообразному расходованию ресурсов.

В рамках Республики в целом по всем позициям, кроме скота и птицы в живом весе и молока, наблюдается прирост реализации основных сельхозпродуктов (табл. 3). Наи-

большие объемы сбыта отмечены по овощам в количестве 56,2 тыс. тонн, причем за исследуемый период прирост составил 2,6 раза.

Зерновых культур в отчетном году было реализовано на сумму 26,6 тыс. тонн против 21,7 тыс. тонн базисного периода. В 4,7 раза происходит рост реализации подсолнечника – если в 2020 году было реализовано 0,3 тыс. тонн, то в 2023 году объемы увеличились до 1,4 тыс. тонн.

В рамках развития сельского хозяйства важная роль, как известно, принадлежит технической его оснащенности, являющейся основным источником совершенствования производственных процессов [7]. Особенно остро данная проблема проявляется в вопросах обеспечения продовольственной независимости отдельных регионов и всей страны в целом. Современная техника с высокой точностью и скоростью влияет на объемы производимой продукции, экономит ресурсы, но несмотря на высокую ее стоимость в перспективе, снижает себестоимость единицы продукции за счет экономии на рабочей силе, топливе и уменьшения потерь урожая. Технологии последнего поколения часто оснащаются системами, позволяющими более точно дозировать удобрения, минимизируя их негативное воздействие на окружающую среду. Сегодня сельхозтехника все больше интегрируется с цифровыми технологиями, что позволяет оптимизировать каждый этап производства, принимать обоснованные решения, сглаживая факторы, риски, сдерживающие эффективность производственного процесса [8].

Таблица 3. Реализация основных сельскохозяйственных продуктов, тыс. тонн*
Table 3. Sales of major agricultural products, thousand tons*

№ п/п	Показатели	2020	2022	2023	Изменения	
					тыс. тонн	%
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Зерно, всего	21,7	12,6	26,6	4,9	122,6
1.1	пшеница	6,8	2,9	14,0	7,2	2,1 раза
1.2	кукуруза	5,8	8,9	12,0	6,2	2,1 раза
2	Семена подсолнечника	0,3	0,2	1,4	1,1	4,7 раза
3	Картофель	0,1	0,1	...	–	–
4	Овощи	22,0	51,1	56,2	34,2	2,6 раза
5	Скот и птица (в живом весе)	25,8	19,6	24,8	–1	96,1
6	Молоко	10,1	4,7	4,7	–5,4	46,5
7	Яйца, млн штук	4,1	6,2	...	–	–

*Источник: [6]

Таким образом, сельскохозяйственная техника – это не просто инструмент, а неотъемлемая часть современного агропроизводства, которая, являясь залогом высокой производительности, качества и эффективности, позволяет решать глобальные задачи по обеспечению продовольствием растущего населения планеты и сохранению природных ресурсов для будущих поколений.

Далее рассмотрим состояние парка сельскохозяйственной техники региона по различным видам техники (табл. 4). Республика располагает определенным количеством техники сельскохозяйственного назначения. Количество тракторов сократилось с 435 в 2020 году до 406 штук в 2023 г., что составило 93,3%. По отношению к предыдущему периоду снижение произошло на 62 единицы.

Таблица 4. Наличие сельскохозяйственной техники (штук)
Table 4. Availability of agricultural machinery (units)

№ п/п	Показатели	2020	2022	2023	Изменения 2023, 2020 гг.	
					штук	%
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Тракторы	435	468	406	-29	93,3
2	Плуги	369	421	378	9	102,5
3	Культиваторы	165	107	112	-53	67,8
4	Сеялки	191	153	147	-44	76,9
5	Комбайны	142	128	115	-27	80,9
6	Косилки	61	72	49	-12	80,3
7	Пресс-подборщики	24	21	22	-2	91,7
8	Жатки валковые	50	25	35	-15	70,0
9	Дождевальные и поливные машины	68	87	71	3	104,4
10	Разбрасыватель минеральных удобрений	49	42	38	-11	77,6
11	Машины для внесения удобрений	6	... ¹⁾	... ¹⁾	-	-
12	Опрыскиватели и опыливатели тракторные	105	125	105	0	100,0
13	Доильные установки и агрегаты – всего	24	21	20	-4	83,3

¹⁾ Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от организаций, в соответствии с Федеральным законом от 29.11.07 №282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» (ст. 4, п. 5; ст. 9, п. 1).

Значительное снижение наблюдается по культиваторам (67,8% от уровня 2020 года) с 165 ед. в 2020 году до 112 ед. в 2023 году. Это может быть связано с изменением агротехнических практик или предпочтений сельхозпроизводителей. Производство сеялок также снизилось до 147 штук, что составляет 76,39% от уровня 2020 года. Это может свидетельствовать о переходе на более современные технологии. Увеличение производства с 68 до 71 единиц (104,4% от уровня 2020

года) дождевальных и поливных машин говорит о растущем интересе к системам орошения, что может быть связано с изменением климатических условий и необходимостью оптимизации водных ресурсов. Снижение до 38 штук (77,6% от уровня 2020 года) разбрасывателя минеральных удобрений может указывать на снижение их использования или переход на органические альтернативы. Имеющаяся в наличии сельскохозяйственная техника недостаточна для проведения всего

объема сельскохозяйственных работ и обеспечения их качества [9].

В целом парк сельскохозяйственной техники региона сталкивается с вызовами, связанными как с изменением спроса, так и с технологическими изменениями. Некоторые виды техники, такие как дождевальные машины и плуги, демонстрируют рост, в то время как остальные категории показывают снижение.

Выводы. Неоспоримо, что одним из центральных систем экономической структуры является аграрный сектор. Именно данный сектор служит ключевым источником общественного накопления, а его темпы роста существенным образом влияют на баланс национальной экономики и общие тенденции развития отрасли в целом. Анализ аграрного сектора позволяет уверенно констатировать наличие значительных перспектив его развития. Критически важным фактором устойчивого развития становится государственная поддержка через различные формы стимулирования развития. Успешное развитие аграрного сектора

обеспечивает стратегическую устойчивость государства за счет снижения зависимости от внешних источников продовольствия.

Важно внедрять современные подходы к развитию – активно поддерживать крупные хозяйства и малые объединения, обеспечивая доступ к каналам сбыта продукции и возможности выхода на международный рынок. Особенно высокий потенциал скрыт в цифровых технологиях – данное направление представляет собой неотвратимую трансформацию, затрагивающую все сферы экономики, поэтому игнорирование этого процесса недопустимо.

Развитие сельского хозяйства требует перехода к снижению зависимости от импорта. Использование интенсивных и экстенсивных методов увеличения производства позволит обеспечить растущий внутренний спрос. Необходимо также остановить сокращение мероприятий по борьбе с эрозией и восстановлению плодородия почвы. Данная модель развития невозможна без постоянного роста производительности труда.

Список литературы

1. Темрокова А. Х., Караева Ф. Е. Устойчивое развитие АПК как одно из направлений повышения инвестиционной привлекательности региона // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2013. № 3. С. 119–123. EDN: TLQDUZ
2. Какие перспективы сельскохозяйственной отрасли в России [Электронный ресурс]. URL: <https://companies.rbc.ru/news/МКatozmBIX/kakie-perspektivy/> (дата обращения: 12.11.2025)
3. Караева Ф. Е. Проблемы устойчивого развития предприятий АПК в кризисных условиях // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 1(31). С. 135–138. EDN: WFUVZP
4. Исаева О. В. Факторы и угрозы эффективного развития аграрной структуры сельскохозяйственного производства России // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 11. С. 17–27. DOI: 10.32651/2511-17. EDN: АТУРАС
5. Сельское хозяйство России: тенденции развития, проблемы, сценарии: аналитические материалы Группы «Деловой Профиль» [Электронный ресурс]. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/selskoe-khozyaystvo-v-rossii-tendentsii-razvitiya-problemy-stsenarii/> (дата обращения: 04.11.2025)
6. Статистический ежегодник Кабардино Балкарская Республика. 2024: Стат. сб. / ОП Северо-Кавказстата по КБР. Нальчик, 2024. 183 с. ISBN 978-5-6050022-7-7
7. Бакаева З. Р. Основные факторы обеспечения опережающего развития // Вестник экономической безопасности. 2021. № 5. С. 279–281. DOI: 10.24412/2414-3995-2021-5-279-281. EDN: ПЗХQM
8. Шокумова Р. Е. Современные тенденции цифровизации агропромышленного комплекса России // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 142–150. DOI: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-142-150. EDN: NTCAAА
9. Пилова Ф. И. Проблемы устойчивого развития региона // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 132–136. EDN: АНУOIG

References

1. Temroкова A.Kh., Karaeva F.E. Sustainable development of the agro-industrial complex as one of the ways to increase the investment attractiveness of the region. *RISK: Resursy, Informaciya, Snabzhenie, Konkurenciya*. 2013;(3):119–123. (In Russ.). EDN: TLQDUZ

2. What are the prospects for the agricultural sector in Russia? [Electronic resource]. URL: <https://companies.rbc.ru/news/MKatozmBIx/kakie-perspektivy/> (accessed: 12.11.2025). (In Russ.)
3. Karaeva F.E. Problems of sustainable development of aic enterprises during crisis. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;1(31):135–138. (In Russ.). EDN: WFUVZP
4. Isaeva O.V. Factors and Threats to the Effective Development of the Agrarian Structure of Agricultural Production in Russia. *Economics of agriculture of Russia*. 2025;(11):17–27. (In Russ.). DOI 10.32651/2511-17. EDN: ATYPAC
5. Russian Agriculture: Development Trends, Problems, and Scenarios: Analytical Materials from the Business Profile Group [Electronic Resource]. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/selskoe-khozyaystvo-v-rossii-tendentsii-razvitiya-problemy-stsenarii/> (accessed: 04.11.2025). (In Russ.)
6. Statistical yearbook of the Kabardino-Balkarian Republic. 2024: Stat. Collection. OP North Caucasus Statistics, for the KBR. Nalchik, 2024. 200, 183 p. ISBN 978-5-6050022-7-7. (In Russ.)
7. Bakaeva Z.R. The Main Factors of Ensuring Advanced Development. *Bulletin of Economic Security*. 2021;(5):279–281. (In Russ.). DOI: 10.24412/2414-3995-2021-5-279-281. EDN: IIZXQM
8. Shokumova R.E. Modern trends in digitalization of the Russian agro-industrial complex. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2025;1(47):14–150. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-142-150. EDN: NTCAAA
9. Pilova F.I. Problems of sustainable development of the regional economy. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):132–136. (In Russ.). EDN: AHYOIG

Сведения об авторе

Караева Фатима Ехьяевна – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7126-6339

Information about author

Fatima E. Karaeva – Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V. M. Kokov, SPIN-code: 7126-6339

Статья поступила в редакцию 21.01.2026;
одобрена после рецензирования 25.02.2026;
принята к публикации 04.03.2026.

The article was submitted 21.01.2026;
approved after reviewing 25.02.2026;
accepted for publication 04.03.2026.

Научная статья
УДК 336:338.43
DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-160-167

Анализ финансовой устойчивости аграрной организации

Фатима Исмаиловна Пилова

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030
faty116.fp@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0518-9468>

Аннотация. В статье проводится анализ финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия агропромышленного комплекса Кабардино-Балкарской Республики, занимающегося садоводством, используя современные европейские технологии для выращивания, хранения и упаковки яблок. Актуальность темы исследования связана с тем, что в неблагоприятных рыночных условиях своевременное изучение показателей финансовой устойчивости позволит руководству предприятия предпринять те меры, которые будут способствовать улучшению финансового положения организации и смогут предотвратить его банкротство. Благополучие финансового положения предприятия АПК можно рассматривать как значимый фактор непрерывности и эффективности его деятельности. С целью достижения данных показателей следует обеспечивать постоянство платежеспособности организации, высокую степень ликвидности балансов, финансовую независимость и высокую степень результативности в сфере хозяйствования. В практической части статьи проведен коэффициентный анализ финансовой устойчивости и платежеспособности аграрной организации, который показал ее абсолютную финансовую устойчивость. Финансовая устойчивость отражает, насколько предприятие способно отвечать по своим долгам и обязательствам и наращивать экономический потенциал. Именно результаты анализа финансовой устойчивости показывают потенциал текущего, инвестиционного и финансового развития, содержат необходимую информацию для руководства предприятия и инвесторов.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, предприятие, финансовая устойчивость, платежеспособность, финансовый анализ, бухгалтерский баланс

Для цитирования: Пилова Ф. И. Анализ финансовой устойчивости аграрной организации // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 160–167. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-160-167

Original article

Analysis of financial stability of agrarian organization

Fatima I. Pilova

Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue,
Nalchik, Russia, 360030
faty116.fp@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0518-9468>

Abstract. The article analyzes the financial stability and solvency of the enterprise of the agro-industrial complex of the Kabardino-Balkarian Republic, engaged in gardening, using modern European technologies for growing, storing and packaging apples. The relevance of the research topic is related to the fact that in unfavorable market conditions, a timely study of financial stability indicators will allow the company's management to take measures that will improve the financial situation of the organization and will be able to prevent its bankruptcy. The well-being of the financial situation of the AIC enterprise can be considered as a significant factor in the continuity and efficiency of its activities. In order to achieve these indicators, it is necessary to ensure the constancy of the solvency of the organization, a high degree of liquidity of balance sheets, financial independence and a high degree of efficiency in the field of business. In the practical part of the article, a coefficient analysis of the financial stability and solvency of the agrarian organization was carried out, which showed its absolute financial stability. Financial stability reflects the extent to which an enterprise is able to meet its debts and obligations and build up its economic potential. It is the results of the financial stability analysis that show the potential of current, investment and financial development, contain the necessary information for the management of the enterprise and investors.

Keywords: agro-industrial complex, enterprise, financial stability, solvency, financial analysis, balance sheet

For citation: Pilova F.I. Analysis of financial stability of agrarian organization. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):160–167. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-160-167

Введение. Учитывая волатильность российской и мировой экономики, санкционные ограничения и сложное положение на валютном рынке, отечественные предприятия вынуждены искать новые пути оптимизации своего бизнеса. Однако для принятия сознательных управленческих решений необходимо сначала оценить текущее состояние организации. В связи с этим вопросы финансовой устойчивости организаций сегодня приобретают особое значение.

Финансовая устойчивость характеризует способность компании выполнять долговые обязательства и развивать экономический потенциал. Результаты оценки финансовой устойчивости показывают текущие, инвестиционные и финансовые перспективы роста, предоставляя важную информацию для руководства компании и инвесторов [1, 2].

Актуальность статьи заключается в том, что своевременный анализ показателей финансовой устойчивости в сложных рыночных условиях позволяет руководству компании предпринять необходимые шаги для улучшения финансового состояния организации и предотвращения ее банкротства.

Цель исследования – провести анализ финансовой устойчивости и платежеспособности аграрной организации на примере предприятия, занимающегося интенсивным садоводством.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве объекта исследования выступает одно из крупных предприятий Кабардино-Балкарской Республики, занимающихся интенсивным садоводством, – ООО «Сады Баксана». Для достижения поставленной цели были использованы общенаучные методы системного анализа и синтеза, коэффициентный анализ бухгалтерского баланса. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики с использованием пакета офисных приложений Microsoft Office.

Результаты исследования. ООО «Сады Баксана» – один из крупных современных садоводческих предприятий в Кабардино-Балкарской Республике, использующих европейские технологии для выращивания, хранения и упаковки яблок [3]. Целью деятельности анализируемого предприятия является развитие интенсивного садоводства и круглогодичное обеспечение населения свежими фруктами. Предприятие участвует в федеральных программах по импортозамещению.

Предприятие имеет интенсивные сады общей площадью 530 га, расположенные в Баксанском районе КБР. Сады заложены по итальянской технологии: деревья в садах поддерживаются специальными шпалерными железобетонными опорами, системой анкеров, тросов и приводов [4, 5]. На всех участках действует капельное орошение и установ-

лены антиградовые сетки. Здесь выращиваются яблоки таких востребованных сортов, как Голден, Гренни, Фуджи, Галла и др. Основными партнерами по садоводству являются итальянцы.

Предприятие также имеет фруктохранилища общей мощностью 24 тыс. тонн. Фруктохранилища обеспечены электронной системой управления, оборудованием, системой РГС для сохранения всех полезных качеств хранимой продукции. Поставщиками холодильного оборудования и основными партнерами являются такие ведущие фирмы, как «Plattenhardt» (Германия), «ЕНО» (Словения), «ZANOTTI» (Италия), «АВЕТА» (Голландия).

Предприятие имеет сортировочную и упаковочную линию общей мощностью 30 т/час. ООО «Сады Баксана» поставляет яблоки в Москву, Санкт-Петербург, Новосибирск, Екатеринбург, Уфа и по СКФО. Основной штат сотрудников ООО «Сады Баксан» составляет 120 человек. Численность сезонных работников составляет 550 человек.

Специалисты предприятия проходят стажировку в Италии, Германии, Словении, Голландии, перенимая и внедряя европейский опыт в производственный процесс предприятия. ООО «Сады Баксана» имеет свой товарный знак и выпускает собственную продукцию под брендом «Сады Баксана» [6]. Продукция ООО «Сады Баксана» выставляется на всероссийских выставках, удостоивается почетных грамот и наград.

В рамках данного исследования мы проведем анализ финансовой устойчивости и платежеспособности аграрной организации. Для этого в первую очередь рассмотрим сущность понятий финансовой устойчивости и платежеспособности организации.

Финансовая устойчивость является индикатором, оцениваемым в будущем, и демонстрирует способность предприятия поддерживать сбалансированную структуру активов и обязательств, не реагировать на временные изменения на рынке и создавать внутренние резервы, необходимые для роста [7]. Ключевая роль здесь – оптимальное сочетание собственных средств и долговых ресурсов и наличие стабильных источников финансирования активов.

Платежеспособность, в свою очередь, – операционный показатель, отражающий спо-

собность компании своевременно и точно выполнять текущие финансовые обязательства, используя достаточное количество активов, которые можно быстро конвертировать в деньги. Высокая ликвидность и краткосрочные обязательства лежат в основе соотношения активов.

Финансовая устойчивость – основа платежеспособности. Имея значительную часть собственных средств и структуру долгосрочного финансирования, компания имеет больше возможностей для создания денежного потока и поддержания достаточной ликвидности в течение длительного времени.

Текущая финансовая стабильность напрямую зависит от платежеспособности, которая имеет внешний характер и обязательный характер. Отсутствие долгосрочных вычислений приводит к потере доверия со стороны партнеров и банков, что в конечном итоге ослабляет финансовую стабильность [8].

Ситуация, когда устойчивость существует, но временно отсутствует возможность расчета (временные трудности ликвидности в структуре здорового капитала), приемлема, но это может негативно сказаться на имидже и функционировании компании. Напротив, платежеспособность, обеспечиваемая чрезмерным выводом краткосрочных кредитов, создает в будущем шокирующую и рискованную ситуацию.

Для оценки финансовой устойчивости с использованием абсолютных показателей может применяться подход, состоящий из анализа запасов и затрат, предоставляемых нормальными источниками финансирования [9]. Суть метода заключается в сравнении количества запасов и затрат организации с существующими источниками покрытия (табл. 1).

По результатам вычислений, проведенных в таблице 1, можно прийти к выводам, что ООО «Сады Баксана» за весь период анализа характеризуется абсолютной финансовой устойчивостью, когда запасы полностью покрываются рабочим капиталом.

Оценка бухгалтерского баланса аграрной организации – ключевой этап анализа финансовой устойчивости. Горизонтальный и вертикальный анализ бухгалтерского баланса ООО «Сады Баксана» представлен в таблице 2.

Таблица 1. Анализ абсолютных показателей финансовой устойчивости ООО «Сады Баксана» за 2022–2024 гг., тыс. руб.**Table 1.** Analysis of absolute indicators of financial stability of Sady Baksan LLC for 2022–2024, thousand rubles

Показатели	2022 г.	2023 г.	2024 г.
1. Внеоборотные активы	2255596	2700986	2656966
2. Запасы	1073761	1062535	1021395
3. НДС	–	–	–
4. Собственный капитал	3328720	3360836	3476635
5. Долгосрочные обязательства	0	512436	325088
6. Краткосрочные обязательства	280400	184117	180251
6.1. Кредиты краткосрочные	280400	184117	180251
6.2 Доходы будущих периодов	–	–	–
6.3 Оценочные обязательства	–	–	–
6.4 Прочие обязательства	–	–	–
7. Запасы и затраты (ЗЗ = З+НДС)	1073761	1062535	1021395
8. Рабочий капитал (РК=СК+ДО-ВА)	1073124	1172286	1144757
9. Нормальные источники финансирования запасов (НИФЗ=РК+КК+РТО)	1353524	1356403	1325008
10. Соотношение ЗЗ-РК-НИФЗ	ЗЗ<РК	ЗЗ<РК	ЗЗ<РК
11. Тип финансовой устойчивости	Абсолютная финансовая устойчивость		

Таблица 2. Горизонтальный и вертикальный анализ бухгалтерского баланса ООО «Сады Баксана» за 2022–2024 гг.**Table 2.** Horizontal and vertical analysis of the balance sheet of Sady Baksan LLC for 2022–2024

Статьи баланса	Годы						Отклонение 2024 года от 2022 года	
	31.12.2022		31.12.2023		31.12.2024		абс., тыс руб.	относ., п.п.
	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %	сумма, тыс. руб.	уд. вес, %		
АКТИВ								
Внеоборотные активы	2255596	62,5	2700986	66,6	2656966	66,7	401370	17,8
в том числе основные средства	2255596	62,5	2700986	66,6	2656966	66,7	401370	17,8
Оборотные активы	1353524	37,5	1356403	33,4	1325008	33,3	–28516	–2,1
в том числе запасы	1073761	29,8	1062535	26,2	1021395	25,7	–52366	–4,9
Дебиторская задолженность	130297	3,6	151016	3,7	184447	4,6	54150	41,6
Финансовые вложения	53848	1,5	19348	0,5	0	–	–53848	–
Денежные средства и денежные эквиваленты	95618	2,6	123504	0,3	119166	2,9	23548	24,6
БАЛАНС	3609120	100	4057389	100	3981974	100	372854	–
ПАССИВ								
Капитал и резервы	3328720	92,2	3360836	82,8	3476635	87,3	147915	4,4
Уставный капитал	2370470	65,7	2370470	58,4	2370470	59,5	0	–
Переоценка внеоборотных активов	497836	13,8	497836	12,3	497836	12,5	0	–
Нераспределенная прибыль	460414	12,8	492530	12,1	608329	15,3	147915	32,1
Долгосрочные обязательства	0	–	512436	12,6	325088	8,2	325088	–
Краткосрочные обязательства	280400	7,8	184117	4,5	180251	4,5	–100149	–35,7
Кредиторская задолженность	280400	7,8	184117	4,5	180251	4,5	–100149	–35,7
БАЛАНС	3609120	100	4057389	100	3981974	100	372854	–

В структуре активов анализируемого предприятия за годы исследования наблюдается небольшой дисбаланс: преобладание основных средств (более 60%) указывает на недостаток оборотного капитала для операционной деятельности.

Оборотные активы за анализируемый период сократились на 2,1%. Уменьшение произошло за счет снижения величины запасов и финансовых вложений. Показатель дебиторской задолженности за 2022–2024 годы увеличился на 41,6%, что является отрицатель-

ной тенденцией в деятельности рассматриваемого предприятия. Денежные средства организации увеличились также на 24,6%.

Данные горизонтального и вертикального анализа бухгалтерского баланса ООО «Сады Баксана» свидетельствуют о высокой финансовой устойчивости предприятия.

Далее в исследовании проведем расчет коэффициентов (табл. 3) на основе баланса, являющийся ключевым инструментом финансовой диагностики предприятия.

Таблица 3. Динамика коэффициентов финансовой устойчивости ООО «Сады Баксана» за 2022–2024 гг.
Table 3. Dynamics of financial stability ratios of Sady Baksan LLC for 2022–2024

Показатели	Нормативное значение	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Темп роста, %
Коэффициент автономии (финансовой независимости)	>0,6	0,922	0,828	0,873	94,6
Коэффициент финансового левериджа (зависимости)	<0,7	0,084	0,207	0,145	172,2
Коэффициент обеспеченности СОС	>0,1	0,792	0,486	0,618	78,0

Анализ коэффициентов свидетельствует об абсолютной финансовой независимости. Доля собственного капитала составляет свыше 82% во всех периодах – предприятие работает без долговой нагрузки. Собственные средства покрывают все активы. За счет собственных оборотных средств полностью финансируются оборотные активы, что исключает риск неплатежеспособности.

Следующим этапом анализа является расчет коэффициентов ликвидности, выступающих «датчиками давления» для бизнеса (табл. 4). Они особенно важны для предприятий аграрного сектора, так как позволяют оценить способность организации мгновенно или в краткосрочной перспективе погасить текущие долги без угрозы банкротства.

Таблица 4. Динамика коэффициентов ликвидности ООО «Сады Баксана» за 2022–2024 гг.
Table 4. Dynamics of liquidity ratios of Sady Baksan LLC for 2022–2024

Показатели	Нормативное значение	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Темп роста, %
Коэффициент абсолютной ликвидности	>0,2	0,53	0,78	0,66	124,5
Коэффициент срочной ликвидности	0,7–1,0	0,99	1,59	1,68	169,7
Коэффициент текущей ликвидности	1,5–2,5	4,83	7,37	7,35	152,2

По результатам расчетов, приведенных в таблице 4, можно сделать выводы, что значения коэффициентов ликвидности ООО «Сады Баксана» за анализируемый период соответ-

ствуют нормативным значениям. Это означает, что исследуемое предприятие может оплатить все долги мгновенно. Вместе с тем можно порекомендовать предприятию оптимизи-

ровать структуру пассивов (например, привлечь долгосрочные кредиты для инвестиций, что повысит рентабельность без риска потери контроля).

На основе проведенного анализа финансового состояния предприятия, несмотря на исключительно высокую финансовую устойчивость и платежеспособность, можно разработать мероприятия, направленные на оптимизацию структуры капитала, повышение эффективности использования ресурсов и создание потенциала для роста. Основное внимание следует уделить не «выживанию», а улучшению рентабельности и динамичному развитию.

Укреплению финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия будут способствовать следующие мероприятия:

1) улучшение структуры капитала и применение финансовых рычагов, включая разумное использование долгосрочных заемных средств: изучение целесообразности получения прибыли, превышающей стоимость долгосрочных заимствований для инвестиционных инициатив, несмотря на высокую степень независимости от заемных средств в настоящее время (более 80%). Это повысит рентабельность капитала (эффект финансового рычага), профинансирует перспективные проекты без значительного использования собственных ресурсов и распределит риски в соответствии с источниками финансирования. Компания не пользуется практическими преимуществами долгового капитала, «замораживая» значительные внутренние резервы в активах с низкой доходностью (денежные средства, сырьевые ценности);

2) внедрение или совершенствование системы управления запасами (логистика, планирование поставок) для улучшения эффективности текущего управления активами, включающей управление запасами, анализ запасов для выявления неликвидных, ненужных и медленных применимых позиций, хранения и выпуска денежных ресурсов [10]. Кроме того, у компании имеется реальная потребность в контроле за дебиторской задолженностью, которая за период анализа увеличилась на 41,6%. Рекомендуется составить план денежных потоков для точного предвидения поступлений и расходов во избежание

переизбытка или дефицита средств, а также инвестировать временно свободные деньги в надежные и ликвидные активы (короткие депозиты, векселя от проверенных банков) в целях получения дополнительного дохода;

3) увеличение рентабельности и нераспределенной прибыли. Часть лишних собственных ресурсов (или заемных средств) можно использовать для обновления оборудования, разработки новых изделий и проникновения на новые рынки. Это позволит улучшить эффективность бизнеса. Полезно изучить состав расходов (производственные, сбытовые, административные) для поиска способов их сокращения без потери качества, оценить систему ценообразования на товары с целью повышения маржи, а рост нераспределенной прибыли станет ключевым фактором внутреннего развития;

4) расширение сферы деятельности и портфеля активов для инвестиций в перспективные проекты с целью развития новых рынков, привлечения дополнительных клиентов или достижения неизведанных сегментов для минимизации угроз, связанных с узкой клиентской базой, и создания новых каналов прибыли. Рекомендуется оптимизировать подход к инвестициям в свободные финансовые ресурсы для повышения их эффективности без превышения допустимого риска.

Контроль и минимизация финансовых угроз включает в себя создание механизма своевременного оповещения, включая систематический расчет и мониторинг основных показателей (платежеспособность, текущая ликвидность, рентабельность, скорость оборота). В этом случае вероятность банкротства минимальна.

Выводы. По результатам проведенного исследования и анализа финансового состояния аграрного предприятия ООО «Сады Баксана» можно сделать заключение, что организация находится в сильной финансовой позиции с точки зрения классической устойчивости и платежеспособности. Также можно отметить, что предприятие является одним из передовых в России в интенсивном садоводстве, использующим современное оборудование: автоматизированное фруктохранилище, интеллектуальные линии товарной обработки для отбора, сортировки и упаковки яблок.

Список литературы

1. Мелай Е. А. Исследование подходов к определению понятия «финансовая устойчивость предприятия» // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. 2024. № 1. С. 41–44. EDN: NAUNYO
2. Интенсивные технологии хранения яблок / А. А. Дышекова, З.-Г. С. Шибзухов, З. А. Иванов, И. А. Шабатуков // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции имени Заслуженного деятеля науки КБР, почетного работника виноградарской и винодельческой отраслей Ставропольского края, академика МАНЭБ, д. с.-х. н., профессора М. Н. Фисуна. Нальчик, 2023. С. 274–276. EDN: RWQGBW
3. Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации / З. М. Казова [и др.] // Научные достижения и инновационные подходы в АПК: сб. науч. тр. по итогам XII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б. Х. Жерукова. Нальчик, 2024. С. 57–60. EDN: CSUNAS
4. Шокумова Р. Е., Молова М. А. Анализ финансовых результатов деятельности предприятия // Индустриальная экономика. 2025. № 4. С. 155–161. DOI: 10.47576/2949-1886.2025.4.4.023. EDN: ILZWPF
5. Направления повышения платежеспособности и финансовой устойчивости организаций аграрного сектора / Н. К. Васильева [и др.] // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 1. № 1(154). С. 16–24. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.01.01.002. EDN: DWRCUZ
6. Караева Ф. Е. Состояние экономического потенциала агропромышленного комплекса региона // Региональные проблемы преобразования экономики. 2025. № 10(180). С. 49–55. DOI: 10.26726/rppe2025v10sotaa. EDN: HBKLPJ
7. Федотова А. А., Самойленко И. В. Сущность финансовой устойчивости предприятия // Научный аспект. 2024. Т. 5. № 3. С. 558–562. EDN: OPZGZK
8. Бакаева З. Р., Тагузлов А. Х. Анализ ликвидности и платежеспособности предприятия // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 11. № 12 (153). С. 4–16. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.12.11.001. EDN: TVDEIE
9. Созаева Т. Х., Гурфова С. А. Цифровизация агроформирований региона: современное состояние, проблемы и перспективы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 155–167. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-155-167. EDN: DKWZGW
10. Воякина Е. С., Хаустова Г. И. Анализ финансовой устойчивости коммерческой компании и оценка типа ее финансовой ситуации // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 93–3. С. 43–47. DOI: 10.18411/trnio-01-2023-111. EDN: OKLXWW

References

1. Melai E.A., Tseplyaeva E.N. Research approaches on the definition of the concept of "Financial stability of an enterprise". *Vestnik Tul'skogo filiala Finuniversiteta*. 2024;(1):41–44. (In Russ.) EDN: NAUNYO
2. Dyshekova A.A., Shibzukhov Z.G.S., Ivanov Z.A., Shabatukov I.A. Intensive technologies for storing apples. *Sovremennye problemy agrarnoy nauki i puti ih resheniya: materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii imeni Zasluzhennogo deyatelya nauki KBR, pochetnogo rabotnika vinogradarskoj i vinodel'cheskoj otraslej Stavropol'skogo kraja, akademika MANEB, d. s.-h. n., professora M.N. Fisuna* [Current Problems of Agricultural Science and Solutions of the All-Russian Scientific and Practical Conference named after the Honored Scientist of the Kabardino-Balkarian Republic, Honored Worker of the Viticulture and Winemaking Industries of the Stavropol Territory, International Academy of Ecological and Safety Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor M.N. Fisun]. Nalchik, 2023. Pp. 274–276. (In Russ.). EDN: RWQGBW
3. Kazova Z.M. [et al.]. Innovative technologies in the agro-industrial complex in the context of digital transformation. *Nauchnye dostizheniya i innovacionnye podhody v APK: sb. nauch. tr. po itogam XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, po-svyashchennoj pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF i KBR, professora B.H. Zherukova* [Scientific achievements and innovative approaches in the agro-industrial complex: collection of scientific papers following the results of the XII International scientific and practical conference dedicated to the memory of Honored Scientist of the Russian Federation and the Kabardino-Balkarian Republic, Professor B.Kh. Zherukov]. Nalchik, 2024. Pp. 57–60. (In Russ.). EDN: CSUNAS
4. Shokumova R.E., Molova M.A. Analysis of the financial results of the company's activities. *Industrial Economics*. 2025;(4):155–161. (In Russ.). DOI: 10.47576/2949-1886.2025.4.4.023. EDN: ILZWPF

5. Vasilyeva N.K. [et al.]. Ways to increase the solvency and financial stability of agricultural sector organizations. *Economy and Management: Problems, Solutions*. 2025;1(1-154):16–24. (In Russ.). DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.01.01.002. EDN: DWRCUZ
6. Karaeva F.Ye. Current state and prospects of development of the agro-industrial complex of the region. *Regional problems of transforming the economy*. 2025;10(180):49–55. (In Russ.). DOI: 10.26726/rppe2025v10sotaa. EDN: HBKLPJ
7. Fedotova A.A., Samoilenko I.V. The essence of financial stability of an enterprise. *Nauchnyj aspekt*. 2024;5(3):558–562. (In Russ.). EDN: OPZGZK
8. Bakaeva Z.R., Taguzloev A.Kh. Analysis of the company's liquidity and solvency. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2024;11(12-153):4–16. (In Russ.). DOI:10.36871/ek.up.p.r.2024.12.11.001. EDN: TVDEIE
9. Sozaeva T.Kh., Gurfova S.A. Digitalization of agricultural formations of theregion: current status, problems and prospects. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;2(40):155–167. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-155-167
10. Voyakina E.S., Khaustova G.I. Analysis of the financial stability of a commercial company and assessment of the type of its financial situation. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2023;93(3):43–47. (In Russ.). DOI: 10.18411/trnio-01-2023-111. EDN: OKLXWW

Сведения об авторе

Пилова Фатима Исмаиловна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», SPIN-код: 2549-2734

Information about the author

Fatima I. Pilova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2549-2734

*Статья поступила в редакцию 05.02.2026;
одобрена после рецензирования 25.02.2026;
принята к публикации 04.03.2026.*

*The article was submitted 05.02.2026;
approved after reviewing 25.02.2026;
accepted for publication 04.03.2026.*



Джульетта Михайловна Берова – проректор по научной работе, доктор юридических наук, доцент, полковник полиции в отставке, закончила Саратовский юридический институт им. Д. И. Курского с отличием.

После окончания института работала в должностях помощника прокурора; следователя, старшего следователя в Министерстве внутренних дел Кабардино-Балкарской Республики.

С 1994 по 2023 годы работала в Северо-Кавказском институте повышения квалификации (филиале) Краснодарского университета Министерства внутренних дел России, где прошла путь от преподавателя кафедры уголовного процесса и криминалистики до заместителя начальника института по учебной и научной работе.

В 1997 году в Ростовском юридическом институте МВД России успешно защитила кандидатскую диссертацию, а в 2011 году – докторскую диссертацию. В 2000 году ей присвоено учёное звание доцента по кафедре уголовного процесса и криминалистики.

С 2025 года Джульетта Михайловна Берова работает в должности проректора по научной работе в Кабардино-Балкарском государственном аграрном университете имени В. М. Кокова.

С назначением Джульетты Михайловны на эту должность научная и инновационная деятельность университета получила новый импульс к развитию. Она зарекомендовала себя профессиональным и инициативным руководителем, грамотным специалистом, опытным

научно-педагогическим работником, обладающим глубокими аналитическими знаниями и организаторскими способностями.

Под ее непосредственным руководством в университете усовершенствованы формы и методы организации научно-исследовательской деятельности, обеспечен комплексный подход к решению стоящих перед университетом задач в области повышения качества научных исследований, коммерциализации НИР, организован строгий контроль над выполнением запланированных работ и мероприятий.

Д. М. Беровой обеспечивается тесное взаимодействие с индустриальными партнерами по участию университета в комплексных научно-технических проектах, госбюджетных научных исследованиях.

Серьезное внимание уделяется пополнению патентного портфеля университета, оформлению результатов интеллектуальной деятельности в порядке, установленном законодательством.

При непосредственном участии и под руководством Д. М. Беровой в университете на высоком организационном и научном уровне проводятся научно-практические конференции, в том числе международного уровня, с приглашением ведущих ученых из других учебных заведений, а также индустриальных партнеров и заказчиков-работодателей.

Д. М. Берова успешно совмещает административные функции проректора с научной деятельностью. За весь период научно-педагогической деятельности имеет сто сорок пять

опубликованных учебных и научных работ. Является соавтором нескольких учебников.

За период руководства Джульеттой Михайловной научной и инновационной деятельностью университета наблюдается значительный рост показателей эффективности в этой области: повысилась результативность аспирантуры, диссертационных советов, ваковского журнала университета «Известия», публикационная активность профессорско-преподавательского состава, финансовая результативность НИР. Университет стал членом нескольких консорциумов, в составе которых запланировано выполнение нескольких стратегически важных научных проектов в области сельского хозяйства, переработки сельскохозяйственной продукции, ветеринарии и других смежных областях.

Д. М. Берова активно участвует в разработке и реализации стратегии развития научного потенциала Кабардино-Балкарского ГАУ, направленной на повышение конкурентоспособности университета в научно-образовательном пространстве страны.

Благодаря усилиям Д. М. Беровой научная деятельность ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарского ГАУ динамично развивается, университет укрепляет свои позиции в качестве ведущего научного центра в области сельского хозяйства на Северном Кавказе.

Служебная, научно-педагогическая, воспитательная деятельность Д. М. Беровой отмечена многочисленными наградами, благодарностями и поощрениями. В ее активе имеется более ста поощрений за безупречную службу, в том числе благодарности руководства МВД по РСО – Алания, Республике Ингушетия, Кабардино-Балкарской Республике, Карачаево-Черкесской Республике, Чеченской Республике и Республике Дагестан, ГУ МВД России по СКФО, Управления Росгвардии по КБР, ГУ МВД России по г. Москва, МВД Республики Южная Осетия, Ростовского юридического института МВД России, Краснодарского университета МВД России, министра внутренних дел Российской Федерации. Награждена медалями МВД России «За доблесть в службе», «За боевое содружество», «За отличие в службе» 3-х степеней, «За заслуги в научной и педагогической деятельности», «За заслуги в управлен-

ческой деятельности», нагрудным знаком «Почетный сотрудник МВД», ценными подарками министра внутренних дел Российской Федерации; медалью Ассоциации ветеранов боевых действий органов внутренних дел и внутренних войск России «За мужество и гуманизм»; медалью Союза общественных объединений ветеранов десантных войск «За верность долгу и Отечеству».

В 2009 году Указом Президента Кабардино-Балкарской Республики Д. М. Беровой присвоено почетное звание «Заслуженный юрист Кабардино-Балкарской Республики». В 2011 году приказом Министерства образования и науки Российской Федерации Д. М. Беровой присвоено звание «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации».

Уважаемая Джульетта Михайловна!

От всей души поздравляем Вас с юбилеем – прекрасной и значимой датой в Вашей жизни!

Ваш путь в науке и на посту проректора – это воплощение мудрости, преданности делу и неутомимой энергии.

Под Вашим руководством научная жизнь университета обретает ясные цели и вдохновляющие перспективы.

Вы умеете не только видеть горизонты современной науки, но и находить таланты, поддерживать смелые идеи и создавать ту атмосферу интеллектуальной свободы и строгости, в которой рождаются настоящие открытия.

Ваш профессионализм, честность и душевная теплота снискали глубокое уважение коллег, аспирантов и студентов. Для многих Вы стали не только руководителем, но и наставником, чьи советы и поддержка помогли найти свой путь в мире знаний.

Крепкого Вам здоровья, Джульетта Михайловна, неиссякаемого оптимизма и благодарных учеников. Пусть Ваша созидательная энергия только растет, новые научные проекты приносят радость открытий, а в жизни всегда будет место гармонии, уюту семейного очага и душевному теплу близких людей.

Желаем Вам и дальше вести за собой, освещая путь светом науки!



Мухтар Жолдыбаевич Аширбеков родился 29 марта в 1966 г. в селе Бакконыс Джетысайского района Южно-Казахстанской области.

В 1984 г. поступил на агрономический факультет Казахского ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственного института, в 1991 г. окончил данное учебное заведение с отличием.

В 1985–1987 гг. служил в рядах Советской армии.

После окончания общей средней школы в 1983 г. трудовую деятельность начал рядовым разнорабочим в совхозе «Красная Звезда» Джетысайского района Чимкентской области.

В 1991–1992 гг. работал агрономом-семеноводом, старшим агрономом в совхозе имени Ленина, Джетысайского района Чимкентской области.

В 1992–1994 гг. учился в очной аспирантуре Казахского ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственного института (ныне Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алма-Ата).

Научные исследования проводил в области земледелия, растениеводства, почвоведения, агрохимии и мелиорации. Опубликовал более 200 научных трудов в ведущих научных изданиях Казахстана, также ряда ближних и дальних зарубежных стран (более 50 трудов в изданиях ВАК РФ). Также опубликовано 6 научных трудов в международных высокорейтинговых журналах, входящих в базу Web of Science, Scopus. Индекс Хирша h-3. Совместно с ведущими учёными РФ издано 2 реко-

мендации. В 2021–2025 гг. издано 3 монографии и 3 учебных пособия. Имеет 2 патента на изобретение.

В 2021–2023 гг. являлся ответственным исполнителем мероприятия НТП ПЦФ МСХ РК «Разработка новых технологий восстановления и рационального использования пастбищ», в 2024–2026 гг. – «Повышение биоразнообразия сельскохозяйственных культур, сохранение и улучшение почвы за счет использования многолетних зерновых культур».

В 1994–1997 гг. работал старшим научным сотрудником во Всесоюзном научно-исследовательском институте хлопководства (СоюзНИХИ).

В 2000 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук.

В 1998–2018 гг. работал старшим научным сотрудником Махтааральской опытной станции хлопководства, главным агрономом-менеджером по научной работе в Корпорации «Казахстанский хлопок», Компании «Хлопок», Руководителем ряда аграрных и научно-производственных структур в Южно-Казахстанской области.

В 2012–2014 гг. без отрыва от производства прошел курс докторантуры в ФГБОУ ВПО Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия (РГАУ-МСХА) имени К. А. Тимирязева.

В 2019 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора сельскохозяйственных наук.

В 2019–2020 гг. работал главным менеджером Управления сельского хозяйства акимата Южно-Казахстанской (ныне Туркестанской) области.

В 2020–2024 гг. работал в должности ассоциированного профессора кафедры «Агрономия и лесоводство» Агротехнологического факультета НАО «Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева».

С 2024 г. по настоящее время работает в должности главного научного сотрудника-семеновода в ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» (Алматинская область, Карасайский район, село Алмалыбак).

Академик Национальной академии аграрных наук Республики Казахстан. Почётный гражданин Республики Казахстан, Заслуженный работник Республики Казахстан.

М. Ж. Аширбеков ведет подготовку специалистов высшей квалификации для АПК Казахстана. Под его руководством осуществ-

ляется научное руководство 3 аспирантами в РФ. Он входит в состав редколлегии журнала «Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова» (Россия), является экспертом журнала «Почвоведение и агрохимия» (Казахстан), исполнителем научно-технических проектов «Разработка новых технологий восстановления и рационального использования пастбищ (использование пастбищных ресурсов)» и «Разработка адаптивных ресурсосберегающих технологии для освоения деградированных орошаемых земель Южного Казахстана путем диверсификации растениеводства и воспроизводства плодородия почв».

**Уважаемый Мухтар Жолдыбаевич!
Примите наши искренние поздравления и пожелания крепкого здоровья, продуктивных идей, оптимизма, благополучия, успехов в дальнейшей научной деятельности!
С юбилеем!!!**



Сергей Иванович Камбулов родился в г. Зерноград Ростовской области в 1966 г. В 1988 г. окончил Азово-Черноморский институт механизации сельского хозяйства. С 1991 г. работает в СКНИИМЭСХ. Доктор технических наук, доцент.

Отдел механизации растениеводства, который возглавляет С. И. Камбулов, работает над созданием и внедрением в сельскохозяйственное производство механизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, внесения удобрений, внутрихозяйственного производства и использования альтернативных топлив, проведением многолетних сравнительных исследований 9 механизированных технологий, включая нулевую обработку почвы при возделывании основных сельскохозяйственных культур в условиях юга России.

За период научной деятельности С. И. Камбуловым внесен значительный вклад в разработку и создание новых перспективных технологий и машин для обработки почвы и внесения удобрений в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения. К ним относятся комбинированные агрегаты для глубокой безотвальной обработки почвы УНС-3М, ЧСВ-3,6, ЧСК-3,2, комбинированный агрегат для мелкой обработки почвы АПК-4,0, посевные машины СЗД-4,0 СЗС-4У, оборудование для серийных опрыскивателей, прицепной роторный измельчитель растительных остатков ПРИС-2 и другие. Представленные машины прошли государственные испытания и в настоящее

время выпускаются серийно на заводах Ростовского области и Ставропольского края.

Целый ряд работ, выполненных под руководством и при непосредственном участии С. И. Камбулова, отмечен на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень»: технология производства биотоплива из растительных масел (бронзовая медаль, 2009 г.), южно-российские инновационные технологии и комплекс машин для возделывания зерновых культур (бронзовая медаль, 2010 г.), семейство сеялок СЗД-4, СЗС-4У (бронзовая медаль, 2010 г.), технология и оборудование для листовой подкормки сельскохозяйственных культур микроудобрениями (золотая медаль, 2011 г.).

В 2010 и 2011 гг. он награжден дипломами президиума Российской академии сельскохозяйственных наук за лучшие завершённые научные разработки: «Технологии и технические средства для внутрихозяйственного производства и использования биотоплива из растительных материалов» (2010 г.), «Комплекс машин для инновационных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в зоне недостаточного увлажнения юга России» (2011 г.). В 2019 г. награжден дипломом Министерства сельского хозяйства РФ за разработку сеялки селекционной «Деметра». В 2024 г. дипломом Министерства сельского хозяйства РФ за разработку сеялки селекционной «Деметра» с различными модификациями.

С. И. Камбулов активно занимается научно-педагогической деятельностью, являясь на

протяжении ряда лет активным членом диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 24.2.297.06 при ФГБОУ ВПО ДГТУ (г. Ростов-на-Дону), а также принимает участие в переподготовке специалистов агропромышленного комплекса Ростовской области.

Он также занимается научно-общественной деятельностью, будучи членом ученого совета, членом редакционной коллегии института.

С. И. Камбулов – автор 31 книги, 326 научных трудов, 41 патента на изобретение и полезные модели.

Уважаемый Сергей Иванович! Примите самые искренние поздравления с Вашим юбилеем!

Желаем Вам и Вашим близким крепкого неиссякаемого здоровья, многогранного счастья, блистательных открытий и побед, мира и благополучия, долгой и активной жизни!



Владимир Станиславович Курасов родился 05.02.1956 г. в городе Константиновка Донецкой области. После окончания школы в 1973 г. работал слесарем КИП и А на Кропоткинском химическом заводе. С 1974 по 1976 гг. служил в Советской армии. С 1976 по 1981 гг. учился в Кубанском сельскохозяйственном институте на факультете механизации сельского хозяйства.

После окончания института был принят на работу ассистентом кафедры ремонта машин Кубанского сельскохозяйственного института. В 1985 г. перевелся в отдел механизации Краснодарского научно-исследовательского института имени П. П. Лукьяненко, где проработал до 1998 г. в должности сначала старшего инженера, а затем старшего научного сотрудника. В 1989 г. защитил кандидатскую диссертацию по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

В октябре 1998 г. перешел на должность доцента кафедры сельскохозяйственных машин Кубанского государственного аграрного университета. В 2003 г. защитил докторскую диссертацию по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, и в этом же году был переведен на должность профессора.

В апреле 2006 г. был избран заведующим кафедрой «Тракторы и автомобили», которая

в 2011 г. после объединения с кафедрой «Теоретическая и прикладная механика» получила новое название – «Тракторы, автомобили и техническая механика». В должности заведующего этой кафедрой работает по настоящее время.

Подготовил шесть кандидатов и одного доктора технических наук. Им опубликовано 11 учебных пособий, 111 научных работ (в том числе 4 монографии), получено 59 патентов РФ на изобретения и полезные модели.

Активно сотрудничает с коллегами из Каршинского инженерно-технического университета Республики Узбекистан. Подготовил одного кандидата технических наук из Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина Кыргызской Республики.

Уважаемый Владимир Станиславович!

Примите искренние поздравления с Вашим юбилеем. Вы долгие годы посвящаете себя научной, общественной и педагогической деятельности. Своим трудолюбием, ответственностью и активной жизненной позицией Вы заслужили непререкаемый авторитет у коллег и студентов. Желаем Вам крепкого здоровья, продуктивных идей, благополучия и успехов в дальнейшей работе!

**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 допускается не более 4 авторов.
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. A scientific article can have no more than 4 authors.
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 23.03.2026 г. Дата выхода в свет 31.03.2026 г.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Усл.п.л. 20,5. 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