

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)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Апажев А. К. – д-р техн. наук, доц.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Абдулхаликов Р. З. – д-р с.-х. наук, доц.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Айсанов З. М. – д-р с.-х. наук, проф.,
Кабардино-Балкарский ГАУ (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)

Гукежев В. М. – д-р с.-х. наук, проф., Кабардино-Балкарский научный центр РАН (Нальчик, Россия)

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

Есаулко А. Н. – д-р с.-х. наук, проф., проф. РАН, Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Россия)

Камбулов С. И. – д-р техн. наук, доц., Аграрный научный центр «Донской» (Зерноград, Россия)

Кудаев Р. Х. – д-р с.-х. наук, проф., Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)

Курасов В. С. – д-р техн. наук, доц., Кубанский ГАУ (Краснодар, Россия)

Ламердонов З. Г. – д-р техн. наук, проф., Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, 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)

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)

Пшихачев С. М. – канд. экон. наук, доц., Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, 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)

Тарчов 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)

Шахмурзов М. М. – д-р биол. 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)

ASSISTANTS CHIEF EDITOR:

Apazhev A.K. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Abdulkhalikov R.Z. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)

EXECUTIVE EDITOR:

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

EDITORIAL BOARD:

Aisanov Z.M. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (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)
Kudaev R.H. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Kurasov V.S. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kuban SAU (Krasnodar, Russia)

Lamerdonov Z.G. – Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, 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)
Nazranov Kh.M. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)
Nesmiyanov I.A. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,
Volgograd SAU (Volgograd, Russia)
Pshikhachev S.M. – Assoc. Prof., Ph. D.,
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, 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)
Shakhmurzov M.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****Балкарова М. Х., Хамоков Х. А.**

Формирование элементов продуктивности озимого ячменя и кукурузы на зерно в зависимости от различных доз вносимых удобрений 7

Иванова З. А., Тхазеплова Ф. Х., Жемухова С. А.

Эффективность действия биопрепаратов и протравителей против болезней кукурузы 17

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ**Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства****Каздохов А. Б., Тарчоков Т. Т.**

Потенциал продуктивности интродуцированных голштинских нетелей 24

Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных**Болов А. А., Тюбеев А. З., Тарчоков Т. Т., Шахмурзов М. М.**

Воспроизводительная способность коров швицкой породы в зависимости от паратипических факторов 31

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса****Апажев Р. А., Шекихачев Ю. А.**

Исследование процесса взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих орудий с почвой 41

Балкаров Р. А., Дзуганов В. Б.

Оперативное обоснование зональных рекомендаций по эффективному использованию машинно-тракторных агрегатов (МТА) в условиях КБР 48

Бекаров А. Д., Мишхожев В. Х., Габаев А. Х.

Полнота выделения примесей из зернового вороха конвейерной очисткой зерноуборочного комбайна 57

Жирикова З. М., Алоев В. З., Алоев К. В.

Описание молекулярной ориентации аморфных полимеров в рамках кластерной модели 65

Мишхожев К. В., Хажметов Л. М.

Обоснование конструктивно-технологической схемы гербицидной установки для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве 72

Пищевые системы**Васюкова А. Т., Веденяпина М. Д., Латышев Е. Ю.**

Оценка окислительно-восстановительных свойств и механизмов диффузии экстрактов, имеющих альгиновые биогели 83

Джабоева А. С., Думанишева З. С., Созаева Д. Р., Зокаева А. А.

Разработка технологии безалкогольного напитка диетического профилактического назначения 94

Кузнецова Е. Анат., Гаврилина В. А., Кузнецова Е. Алекс., Джанчатова Н. В.

Использование экстракта шишкоягод можжевельника для повышения микробиологической безопасности и качества зернового хлеба из тритикале 101

Хоконова М. Б., Карданова З. М. Влияние пастеризации сула на показатели бражек и процесс дрожжегенерации	107
--	------------

ЭКОНОМИКА

Региональная и отраслевая экономика

Дугужева Н. М., Энеева М. Н., Рахаев Х. М. Региональные различия агропродовольственных цен как фактор динамики и стабильности национального сельского хозяйства	114
---	------------

Мирзоева А. Р. Управление запасами на предприятиях агропромышленного комплекса на основе модели Харриса – Вильсона	125
--	------------

Пилова Ф. И. Современное состояние технологической и цифровой обеспеченности предприятия агропромышленного комплекса	135
--	------------

Шокумова Р. Е. Современные тенденции цифровизации агропромышленного комплекса России	142
--	------------

К 95-летию со дня рождения В. А. Середина	151
---	------------

CONTENTS

AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

General Farming and Crop Production

Balkarova M.Kh., Khamokov Kh.A.

Formation of productivity elements of winter barley and corn for grain, depending on different doses of fertilizers applied 7

Ivanova Z.A., Tkhazeplova F.Kh., Zhemukhova S.A.

Efficiency of biological preparations and seed treatments against corn diseases 17

ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Private Zootechnics, Feeding, Feed Preparation Technologies
and Livestock Production**Kazdokhov A.B., Tarchokov T.T.**

Productivity potential of introduced Holstein heifers 24

Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals

Bolov A.A., Tyubeev A.Z., Tarchokov T.T., Shakhmurzov M.M.

Reproductive capacity of Swiss cows depending on paratypic factors 31

AGROENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Technologies, Machines and Equipment for the Agro-industrial Complex

Apazhev R.A., Shekikhachev Yu.A.

Study of the process of interaction of the working organs of soil cultivation tools with soil 41

Balkarov R.A., Dzuganov V.B.

Operational substantiation of zonal recommendations for the efficient use of machine-tractor units (MTU) in the conditions of the KBR 48

Bekarov A.D., Mishkhozhev V.Kh., Gabaev A.Kh.

Completeness of separation of impurities from grain heap by conveyor cleaning of grain harvester 57

Zhirikova Z.M., Alov V.Z., Alov K.V.

Description of the molecular orientation of amorphous polymers in the framework of the cluster model ... 65

Mishkhodev K.V., Khazhmetov L.M.

Substantiation of the design and technological scheme of an herbicide plant for processing trunk strips of fruit plantations in terraced gardening 72

Food Systems

Vasyukova A.T., Vedenyapina M.D., Latyshev E.Yu.

Evaluation of oxidation-reduction properties and diffusion mechanisms of extracts containing alginic biogels 83

Dzhaboeva A.S., Dumanisheva Z.S., Sozaeva D.R., Zokaeva A.A.

Development of technology for a non-alcoholic drink for dietary prophylactic purposes 94

Kuznetsova E. Anat., Gavrilina V.A., Kuznetsova E. Aleks., Dzhanchatova N.V.

The use of juniper cone extract to improve the microbiological safety and quality of grain bread from triticale 101

Khokonova M.B., Kardanova Z.M. Influence of wort pasteurization on the mash parameters and the yeast generation process	107
---	------------

ECONOMY
Regional and Sectoral Economy

Duguzheva N.M., Eneeva M.N., Rakhaev Kh.M. Regional differences in agricultural food prices as a factor in the dynamics and stability of national agriculture	114
---	------------

Mirzoeva A.R. Inventory management at agro-industrial enterprises based on the Harris – Wilson model	125
--	------------

Pilova F.I. Current state of technological and digital support of the enterprise of the agro-industrial complex	135
---	------------

Shokumova R.E. Modern trends in digitalization of the Russian agro-industrial complex	142
---	------------

On the 95th anniversary of the birth of V.A. Seredin	151
--	------------

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

Научная статья
УДК 633.15/.16:631.8
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-7-16

**Формирование элементов продуктивности озимого ячменя и кукурузы
на зерно в зависимости от различных доз вносимых удобрений**

Марина Хажмуратовна Балкарова¹, Хажсет Аскерханович Хамоков^{✉2}

¹Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Кабардино-Балкарской Республике, проспект Ленина, 5а, Нальчик, Россия, 360030

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

¹mmarinina020@gmail.com

^{✉2}simbioz7591q@yandex.ru

Аннотация. В данной статье анализируются результаты исследований по установлению зависимости продуктивности озимого ячменя и кукурузы от разных доз вносимых удобрений. Опыты проводились в предгорной зоне Кабардино-Балкарии с 2019 по 2021 годы. Почва опытных участков представлена черноземом выщелоченным. Содержание гумуса (по Тюрину) в пределах 3,5%, фосфора – 8,7 мг/100 г, калия – 11,1 мг/100 г (по Чирикову), рН почвы нейтральная – 6,7. В качестве объектов исследований были выбраны сорт озимого ячменя «Вавилон» и сорт кукурузы на зерно «Кавказ 307 МВ». Опыты показали, что на посевах озимого ячменя в вариантах с внесением удобрений показатели элементов продуктивности были выше, чем в контрольных. Повышение доз удобрений (в первый год исследований) с $N_{40}P_{40}$ до $N_{145}P_{160}K_{155}$ приводило к увеличению количества стеблей перед уборкой с 3,48 млн. шт./га до 4,67 млн. шт./га. Количество зерен и вес зерна одного колоса были ощутимо больше при внесении удобрений. Результаты опытов на посевах кукурузы на зерно также показали зависимость элементов продуктивности и структуры урожая от величины вносимого количества удобрений. Увеличение массы 1000 семян при использовании удобрений в первый год проведения опытов составило с 231 до 278, 6 г (около 19%); во второй год – с 213 до 250,4 г (около 14%); в третий – с 224 до 269,7г (около 19%). Длина початков в среднем за три года при внесении удобрений увеличивалась и доходила до 18,2 см. Погодные условия также оказали положительное влияние на формирование элементов продуктивности, что, в конечном итоге, привело к увеличению урожайности посевов.

Ключевые слова: элементы продуктивности, ячмень, кукуруза, климатические условия, удобрения, структура урожая

Для цитирования. Балкарова М. Х., Хамоков Х. А. Формирование элементов продуктивности озимого ячменя и кукурузы на зерно в зависимости от различных доз вносимых удобрений // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 7–16.
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-7-16

Original article

Formation of productivity elements of winter barley and corn for grain, depending on different doses of fertilizers applied

Marina Kh. Balkarova¹, Khazhset A. Khamokov^{✉2}

¹Office of Federal Service of State Registration, Cadastre and Cartography in the Kabardino-Balkarian Republic, 5a Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

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

¹mmarinina020@gmail.com

^{✉2}simbioz7591q@yandex.ru

Abstract. This article analyzes the results of studies to establish the dependence of winter barley and corn productivity on different doses of applied fertilizers. The experiments were conducted in the foothill zone of Kabardino-Balkaria from 2019 to 2021. The soil of the experimental plots is represented by leached chernozem. The humus content (according to Tyurin) is within 3.5%, phosphorus – 8.7 mg/100 g, potassium – 11.1 mg/100 g (according to Chirikov). The soil pH is neutral – 6.7. The winter barley variety "Babylon" and the grain corn variety "Kavkaz 307 MV" were chosen as the objects of research. The experiments showed that in winter barley crops, in the variants with the application of fertilizers, the indicators of productivity elements were higher than in the control ones. An increase in the fertilizer doses (in the first year of the studies) from N₄₀P₄₀ to N₁₄₅P₁₆₀K₁₅₅ resulted in an increase in the number of stems before harvesting from 3.48 million pcs/ha to 4.67 million pcs/ha. The number of grains and the weight of grain in one ear were significantly higher when fertilizers were applied. The results of the experiments on corn crops for grain also showed the dependence of the productivity elements and the structure of the crop on the amount of fertilizers applied. The increase in the weight of 1000 seeds, when using fertilizers, in the first year of the experiments was from 231 to 278.6 g (about 19%); in the second year – from 213 to 250.4 g (about 14%); in the third – from 224 to 269.7 (about 19%). The length of the cobs, on average over three years, increased with the application of fertilizers and reached 18.2 cm. Weather conditions also had a positive effect on the formation of productivity elements, which ultimately led to an increase in crop yields.

Keywords: productivity elements, barley, corn, climate conditions, fertilizers, crop structure

For citation. Balkarova M.Kh., Khamokov Kh.A. Formation of productivity elements of winter barley and corn for grain, depending on different doses of fertilizers applied. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):7–16. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-7-16

Введение. В сельскохозяйственном производстве при прогнозировании и планировании работ по возделыванию культур, их уборке и прогнозе мероприятий по эффективному использованию ресурсов земельных площадей большое значение имеет использование минеральных органических удобрений [1, 2].

Одним из основных элементов системы земледелия является оптимизация обеспечения растений минеральным питанием с целью сохранения плодородия почвы, получения высоких, стабильных и качественных урожаев.

В Кабардино-Балкарии проводилось много различных исследований по производству сельхозкультур, в том числе и с использова-

нием удобрений. Но при этом вопросы прогнозирования и планирования получения стабильных урожаев при применении различных доз удобрений изучены не в полной мере [3–5].

В процессе производства сельскохозяйственных культур вопросы оптимизации процессов питания, технологические, агрохимические и биологические качества почвы и влияние использования удобрений на экологию являются достаточно актуальными [6, 7].

Цель исследования – установление зависимости урожайности посевов кукурузы на зерно и озимого ячменя от применения различного количества минеральных удобрений; оптимизация технологии их производ-

ства, влияющих, в конечном итоге, на увеличение урожайности культур в природно-климатических условиях предгорной зоны республики.

При проведении опытов ставились задачи:

- разработка способов и возможность получения планируемых урожаев озимого ячменя и кукурузы при использовании расчетных доз удобрений;

- изучение закономерности формирования элементов структуры урожая ячменя и кукурузы при разных вариантах минерального питания.

Материалы, методы и объекты исследования. Опыты проводились в учебно-производственном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова (предгорная зона Кабардино-Балкарской Республики) в период с 2019 по 2021 годы.

При проведении исследований были учтены имеющиеся теоретические рекомендации при производстве сельскохозяйственных культур для условий неорошаемого земледелия. При проведении лабораторных и полевых опытов использовался системный подход, применялся метод математической статистики при обработке полученных результатов исследования.

Схема опытов:

Размер делянок: 7 м * 15 м = 105 м².

Учетная площадь делянок 5 м * 13 м = 65 м².

Опыт проводился на 2-х полях со следующим чередованием культур: кукуруза, кукуруза, ячмень и ячмень, ячмень, кукуруза.

Уровни удобрения:

- 1) контроль (без удобрения);
- 2) 1N 1P (на прибавку урожая в 25%);
- 3) 1N 1P 1K (на прибавку урожая в 25%);
- 4) 2N 2P 2K (на прибавку урожая в 50%);
- 5) 3N 3P 3K (на прибавку урожая в 100%).

Количество повторностей в каждом варианте удобрения 4. Дозы удобрений рассчитаны методом элементарного баланса на прибавку урожая.

Участки, на которых проводились опыты, представлены черноземом выщелоченным. Количество гумуса (по Тюрину) в почве около 3,5%, обменного калия – 11,0 мг/100 г (повышенное, по Чирикову), фосфора – 8,7 мг/100 г почвы. Почвы имеют нейтральную кислотность pH – 6,7.

Объектами исследований были выбраны сорт озимого ячменя «Вавилон» и сорт кукурузы на зерно «Кавказ 307 МВ».

Результаты исследования. По результатам полевых исследований установлено, что величина урожайности посевов ячменя и кукурузы изменялась в зависимости от количества вносимых удобрений [8, 9].

Величины показателей продуктивности ячменя: количество зерен в колосе, количество стеблей, вес зерен одного колоса, вес 1000 семян и показатели урожайности культуры.

Результаты исследований свидетельствуют, что внесение удобрений значительно влияет на величины показателей продуктивности (табл. 1, 2).

Таблица 1. Зависимость величины элементов продуктивности и урожая зерна посевов ячменя от различных доз удобрения

Table 1. Dependence of the value of productivity elements and grain yield of barley crops on different doses of fertilizer

Вариант опыта	Число продуктивных стеблей перед уборкой, млн шт./га			Число зерен в 1 колосе, шт.			Вес зерна 1 колоса, г			Масса 1000 зерен, г			Биологическая урожайность, т/га		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Контроль	3,30	3,11	2,65	27,5	27,4	28,9	1,00	0,96	1,01	36,3	35,0	34,9	2,76	2,64	2,84
N ₄₀ P ₂₀	3,48	3,39	3,22	29,7	30,3	30,9	1,17	1,16	1,17	39,4	38,2	37,8	3,49	3,53	3,63
N ₄₀ P ₂₀ K ₃₅	3,53	3,36	3,50	30,1	30,0	30,6	1,18	1,16	1,16	39,1	38,6	37,8	3,58	3,50	3,58
N ₇₀ P ₄₀ K ₆₀	4,30	3,97	4,07	30,0	30,2	30,4	1,22	1,19	1,21	40,6	39,4	39,8	3,68	3,67	3,71
N ₁₄₅ P ₈₀ K ₁₂₀	4,67	4,48	4,43	27,8	31,4	31,2	1,17	1,24	1,25	42,0	39,7	40,0	3,56	3,89	3,92

Таблица 2. Зависимость показателей урожайности и формирования элементов продуктивности озимого ячменя от применения разных доз минеральных удобрений, (в среднем за 2019-2021 гг.)

Table 2. Dependence of yield indicators and formation of productivity elements of winter barley on the use of different doses of mineral fertilizers, (on average for 2019-2021)

Вариант опыта		Число продуктивных стеблей перед уборкой, млн. шт./га	Число зерен в 1 колосе, шт.	Вес зерна 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
1	Контроль	3,06	27,8	0,98	35,5	3,00
2	N ₄₀ P ₂₈	3,36	30,4	1,17	38,5	3,94
3	N ₄₀ P ₂₈ K ₃₅	3,46	30,4	1,17	38,5	4,05
4	N ₇₀ P ₅₃ K ₆₇	4,11	30,3	1,21	40,0	4,98
5	N ₁₄₅ P ₁₀₇ K ₁₃₀	4,53	31,0	1,25	40,5	5,67

Но, в зависимости от климатических условий, мы имеем разные показатели структуры урожая. Например, в контрольном варианте число продуктивных стеблей оказалось меньше, чем в остальных, и находилось в пределах 3,29; 3,10 и 2,75 млн шт./га, что говорит о снижении данного показателя.

Влияние погодных условий на элементы структуры урожая при внесении удобрений было не таким заметным. Но внесение удобрений в нарастающем количестве все же приводило к увеличению показателей структуры урожая.

Повышение количества применяемых удобрений (в начале исследования, 2019 г.) с N₄₀P₄₀ до N₁₄₅P₁₆₀K₁₅₅ привело к увеличению количества стеблей с 3,46 до 4,65 млн шт./га.

Результаты проведенных исследований с применением удобрений показали влияние их на показатели структуры урожая по сравнению с контрольным вариантом.

В частности, в контрольном варианте масса зерен с 1 колоса составляла 27,4-28,2 г, а при внесении удобрений находилась в пределах 29,7-30,9 г.

Как показали проведенные опыты, применение удобрений в нарастающем порядке приводит к повышению веса зерен на одном колосе. По сравнению с контрольным вариантом, где масса зерен одного колоса находилась в пределах 0,95-1,00 г, внесение удобрений под посевы увеличило этот показатель до 1,15-1,24 г. Вес 1000 зерен также имел тенденцию к увеличению и составил 37,8-42,0 г при внесении удобрений, а в контрольном варианте – 35,0-36,3 г.

Прогнозируемая урожайность посевов озимого ячменя в 2019 г. была выше, чем в остальные годы, когда наблюдались периодические ухудшения погодных условий. Так, в 2019 г. показатель прогнозируемой урожайности равнялся 3,33 т/га, в 2020 г. – 3,02 т/га, а в 2021 г. – 2,76 т/га. Внесение под посевы ячменя расчетных доз удобрений привело к повышению показателей элементов продуктивности, в результате чего биологическая урожайность равнялась в 2019 г. – 5,98 т/га, в 2020 г. находилась в пределах 5,5 т/га, а в 2021 г. составляла 5,57 т/га. В вариантах с внесением более высоких доз удобрений показатели урожайности были выше.

Если в среднем за три года значение продуктивных стеблей перед уборкой находилось в пределах 3,04 млн шт./га, то использование удобрений приводило к повышению значения этого показателя на 10-46%. В частности, применение удобрений в количестве N₁₄₅P₁₀₇K₁₃₀ увеличило их количество до 4,52 млн. шт./га.

Соответствующую тенденцию к увеличению наблюдаем и по другим показателям структуры урожая: масса 1000 зерен и вес зерна с 1 колоса – 1,24 и 40,4 г соответственно, в вариантах применения наибольших доз удобрений – 380 кг действующего вещества – N; P₂O₅ и K₂O.

За все годы исследований данные по биологической урожайности составили (в среднем): 39,5-57,0 ц/га (при применении удобрений) и 30,3 ц/га – на контроле.

В ходе полевых опытов по исследованию посевов кукурузы на зерно были определены

величина стояния посевов, количество початков на 1 растении и на 1 гектаре, количество зерен одного початка, вес 1000 зерен, длина початка.

Проведенные исследования позволили установить, что внесение удобрений существенного влияния не оказало на показатели

большинства составных элементов продуктивности растений. Но в то же время использование удобрений значительное влияние оказало на увеличение веса 1000 зерен, веса зерен с 1 початка и количества зерен 1 початка (табл. 3-6).

Таблица 3. Зависимость показателей структуры урожая кукурузы от применения различных норм и систем удобрений, 2019 г.

Table 3. Dependence of corn yield structure indicators on the use of various fertilizer rates and systems, 2019

Вариант опыта		Показатели густоты растений, тыс. шт./га	Показатели кол-ва початков, тыс. шт./га	Число початков на одном растении, шт.	Показатели длины початков, см	Кол-во рядков на одном початке	Кол-во зерен на рядках початка	Кол-во зерен одного початка, шт.	Вес зерен одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1	Контроль	54,9	61,0	1,11	16,4	12	21,1	297,0	68,9	232,0	4,19
2	N ₅₀ P ₅₀	53,6	61,1	1,12	17,5	12	23,9	332,5	90,4	272,0	5,42
3	N ₅₀ P ₅₀ K ₂₅	53,7	61,4	1,13	17,1	12	23,9	336,2	92,0	273,7	5,58
4	N ₉₅ P ₉₅ K ₅₀	54,9	62,1	1,14	18,1	12	24,2	354,4	98,2	277,1	6,14
5	N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₀₅	53,7	62,9	1,13	18,0	12	24,6	360,0	100,2	278,6	6,08

Таблица 4. Зависимость показателей структуры урожая кукурузы от применения различных норм и удобрений, 2020 г.

Table 4. Dependence of corn yield structure indicators on the use of various rates and fertilizers, 2020

Варианты		Показатели густоты растений, тыс. шт./га	Показатели кол-ва початков, тыс. шт./га	Число початков на одном растении, шт.	Показатели длины початков, см	Кол-во рядков на одном початке	Кол-во зерен на рядках початка	Кол-во зерен одного початка, шт.	Вес зерен одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1	Контроль	52,6	60,1	1,12	15,9	12	20,4	287,2	61,1	213,0	3,59
2	N ₅₀ P ₂₀	52,7	60,2	1,12	16,0	12	22,5	330,6	72,5	219,5	4,27
3	N ₅₀ P ₂₀ K ₂₀	52,7	60,2	1,12	16,0	12	22,4	329,2	73,7	224,1	4,35
4	N ₉₅ P ₄₀ K ₄₀	53,0	61,0	1,13	16,8	12	23,7	347,4	86,1	248,0	5,15
5	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₈₀	52,8	61,0	1,13	17,0	12	24,0	351,6	88,0	250,4	5,25

Исследования показали, что применение удобрений позволило превысить показатели длины початка на растениях в сравнении с контрольным вариантом. Этот показатель составил по годам исследований соответствен-

но 16, 5; 16,0 и 16,4 см (в контрольном варианте); а внесение удобрений под посевы повысило этот показатель на 1,0-1,6 см в 2019 г.; 1,0-1,9 см – в 2020 и 2021 гг., что составило 6,5-10,1% и 6,1-12,3% соответственно.

Таблица 5. Зависимость показателей структуры урожая кукурузы от применения различных норм и систем удобрений, 2021 г.

Table 5. Dependence of corn yield structure indicators on the use of various fertilizer rates and systems, 2021

Варианты	Показатели густоты растений, тыс. шт./га	Показатели кол-ва початков, тыс. шт./га	Число початков на одном растении, шт.	Показатели длины початков, см	Кол-во рядков на одном початке	Кол-во зерен на рядках початка	Кол-во зерен одного початка, шт.	Вес зерен одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1 Контроль	52,7	60,7	1,11	15,3	12	20,0	293,0	65,6	224,0	3,83
2 N ₅₀ P ₂₀	52,8	60,4	1,12	16,3	12	22,7	333,4	84,2	252,8	4,97
3 N ₅₀ P ₂₀ K ₂₀	52,8	60,4	1,12	16,4	12	22,7	333,4	85,0	255,2	5,02
4 N ₉₅ P ₅₀ K ₄₅	52,8	61,0	1,13	17,2	12	24,1	353,0	94,3	267,3	5,62
5 N ₁₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	53,0	61,1	1,13	17,3	12	24,4	357,2	96,3	269,7	5,76

Таблица 6. Зависимость показателей структуры урожая кукурузы от применения различных норм и удобрений (в среднем, за 2019-2021 гг.)

Table 6. Dependence of corn yield structure indicators on the use of various rates and fertilizers (on average, for 2019-2021)

Варианты	Показатели густоты растений, тыс. шт./га	Показатели кол-ва початков, тыс. шт./га	Число початков на одном растении, шт.	Показатели длины початков, см	Кол-во рядков на одном початке	Кол-во зерен на рядках початка	Кол-во зерен одного початка, шт.	Вес зерен одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1 Контроль	53,0	60,3	1,11	15,2	12	20,0	292,3	65,3	223,5	3,84
2 N ₅₀ P ₃₀	53,0	60,6	1,12	16,3	12	22,7	332,2	82,4	248,1	4,89
3 N ₅₀ P ₃₀ K ₂₂	53,1	60,7	1,12	16,3	12	22,7	333,0	83,6	251,1	4,97
4 N ₉₅ P ₆₂ K ₄₅	53,2	61,3	1,13	17,0	12	24,0	351,6	92,8	264,1	5,57
5 N ₁₉₀ P ₁₂₃ K ₉₅	53,1	61,3	1,13	17,1	12	24,3	356,4	94,8	266,2	5,68

В контрольных вариантах в годы проведения исследований количество зерен составило 21,2; 20,5 и 20,0 соответственно. Применение удобрений под посевы позволило повысить эти показатели до 2,7-4,4; 2,9-4,5 и 2,6-4,3 шт.

Как известно, от длины початков и количества зерен в рядках початка зависит и общее число зерен одного початка. Исследования показали, что значения этого показателя увеличиваются при внесении расчетных доз удобрений под посевы, и по годам исследований он составил 361,0, 352,6 и 357,3 шт., тогда как на контроле эти показатели нахо-

дились в пределах; 298,0, 288,2 и 293,3 шт. соответственно.

Показатели веса зёрен одного початка также повысились от применения удобрений в 2019 г. с 101,0 г (на 44%), в 2020 г с 62,0 до 88,7 г (на 42%) и в 2021 году с 66,3 до 97,0 г (на 45%).

Установлено, что применение удобрений в малых, средних и повышенных дозах ведет к увеличению показателей продуктивности посевов.

По результатам первого года исследований внесение удобрений приводило к повышению веса 1000 зерен до 20% – с 232 до

279,7 г.; во втором году исследований этот показатель увеличился до 15% – с 214 до 251,6 г; и на 20% – в третьем году исследований – с 225 до 270,8 г.

Среднегодовое (за три года) внесение $N_{95}P_{62}K_{45}$ и $N_{190}P_{123}K_{95}$ приводило к увеличению длины початков до 18,1 и 18,2 см соответственно по сравнению с контрольным вариантом, где этот показатель составлял 16,3 см.

Внесение удобрений под посевы также приводило к увеличению количества зерен в рядке початка до 13–21%.

Повышение количества удобрений до $N_{95}P_{62}K_{45}$ приводило к увеличению количества зерен в рядке до 25,2%, а увеличение доз вносимых удобрений не приводило к существенному росту этого показателя.

Применение удобрений в возрастающем порядке приводило к увеличению веса 1000 зерен с 253 до 270,8 г по сравнению с контрольным вариантом, где этот показатель составлял 225 г.

Применение удобрений в норме $N_{50}P_{30}K_{22}$ приводило к увеличению веса зерен одного

початка до 28%, а при норме $N_{95}P_{62}K_{45}$ и $N_{190}P_{123}K_{95}$ – до 45% по сравнению с контрольным вариантом – 66,3 г.

Необходимо указать, что у растений кукурузы изменение показателей продуктивности происходило не в прямой зависимости от дозы вносимых удобрений. При увеличении количества удобрений с $N_{95}P_{62}K_{45}$ к $N_{190}P_{123}K_{95}$ увеличение показателей было несущественным. На наш взгляд, это было связано с дефицитом влаги в почве в период проведения опыта.

Показатели площади листовой поверхности растений кукурузы также имели прямую зависимость от внесения удобрений (табл. 7). Величины данного показателя определялись во всех фазах роста и развития растений. По полученным результатам можно констатировать, что величина площади листовой поверхности растений кукурузы во всех вариантах опыта была значительно выше при внесении удобрений по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 7. Влияние разных систем удобрения на динамику увеличения площади листовой поверхности кукурузы на зерно, м²/га
Table 7. Effect of different fertilization systems on the dynamics of increase in the leaf surface area of grain corn, m²/ha

Варианты опыта		Фазы роста и развития			
		фаза 5-6 листов	фаза выметывания	фаза молочной спелости	фаза молочно-восковой спелости
2019 г.	Контроль	4820	24645	27344	26115
	$N_{50}P_{50}$	5210	26244	31914	31110
	$N_{50}P_{50}K_{25}$	5224	26187	31723	31425
	$N_{95}P_{95}K_{50}$	5322	28344	33572	32998
	$N_{190}P_{190}K_{105}$	5399	28988	34640	34010
2020 г.	Контроль	3960	20174	23921	23120
	$N_{50}P_{20}$	4240	23542	26453	25928
	$N_{50}P_{20}K_{20}$	4175	23029	26710	26026
	$N_{95}P_{40}K_{40}$	4265	25117	28819	28130
	$N_{190}P_{80}K_{80}$	4384	25443	29900	28980
2021 г.	Контроль	4109	20280	22360	22010
	$N_{50}P_{20}$	4450	22040	26129	25687
	$N_{50}P_{20}K_{20}$	4516	22985	26240	25195
	$N_{95}P_{50}K_{45}$	4602	25328	28120	27710
	$N_{190}P_{100}K_{100}$	4583	26650	29830	29043
Среднее	Контроль	4296	21700	24542	23748
	$N_{50}P_{30}$	4633	23942	28165	27575
	$N_{50}P_{30}K_{22}$	4638	24067	28224	27549
	$N_{95}P_{62}K_{45}$	4730	26263	30170	29613
	$N_{190}P_{123}K_{95}$	4789	26694	31457	30678

По усредненным показателям (за три года), площадь ассимиляционной поверхности листьев у посевов кукурузы была значительно выше в вариантах внесения удобрений (табл. 7).

Исследования показали, что применение удобрений под посевы кукурузы способст-

вовало увеличению показателей высоты растений, однако зависимость была непропорциональной (табл. 8). В результате проведения опытов выявлено, что в разных фазах роста и развития растений кукурузы влияние удобрений на высоту растений проявлялось по-разному.

Таблица 8. Влияние разных систем удобрения на динамику увеличения высоты растений кукурузы на зерно, см
Table 8. Effect of different fertilization systems on the dynamics of increase in the height of grain corn plants, cm

Варианты опыта		Фазы роста и развития			
		фаза 5-6 листьев	фаза выметывания	фаза молочной спелости	фаза молочно- восковой спелости
2019 г.	Контроль	37,7	149,4	209,5	208,7
	N ₅₀ P ₅₀	43,4	162,7	224,9	221,9
	N ₅₀ P ₅₀ K ₂₅	44,5	164,8	225,3	223,6
	N ₉₅ P ₉₅ K ₅₀	44,3	186,3	236,4	233,9
	N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₀₅	43,8	191,4	243,2	241,1
2020 г.	Контроль	36,4	142,6	177,6	176,1
	N ₅₀ P ₂₀	41,8	154,2	204,8	201,6
	N ₅₀ P ₂₀ K ₂₀	41,8	153,4	211,3	204,3
	N ₉₅ P ₄₀ K ₄₀	43,1	168,8	216,4	213,1
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₈₀	42,7	174,5	229,8	226,7
2021 г.	Контроль	37,6	140,8	175,3	171,6
	N ₅₀ P ₂₀	42,3	148,5	211,2	210,1
	N ₅₀ P ₂₀ K ₂₀	42,6	149,3	209,3	211,4
	N ₉₅ P ₅₀ K ₄₅	43,1	170,1	221,4	219,5
	N ₁₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	43,1	178,5	226,7	223,3
Среднее	Контроль	37,3	144,2	187,5	185,5
	N ₅₀ P ₃₀	42,5	155,1	213,0	211,6
	N ₅₀ P ₃₀ K ₂₂	42,9	155,8	215,3	213,2
	N ₉₅ P ₆₂ K ₄₅	43,5	175,1	224,7	222,3
	N ₁₉₀ P ₁₂₃ K ₉₅	43,2	181,5	233,2	230,4

Взаимосвязь этих факторов изменения показателей от применения удобрений повлияла в конечном итоге на значения показателей продуктивности исследуемых культур.

Выводы. 1. Проведенные исследования позволили определить, что увеличение показателей урожайности исследуемых культур находилось в прямой зависимости от количества вносимых удобрений, которые были рассчитаны балансовым методом. Внесение малых, средних и повышенных норм минеральных удобрений под посевы озимого ячменя оказало положительное влияние на показатели продуктивности культуры, такие как вес 1000 зерен, число зерен и вес зерен 1 колоса, количество стеблей перед уборкой, что при-

вели к увеличению урожайности зерна с 2,7 (на контроле, без удобрения) до 5,5 т/га.

2. В вариантах, где вносились удобрения, не было такой определенной взаимосвязи между погодными условиями и значениями элементов структуры урожая. Вместе с тем во все годы проведения опытов с ростом дозы удобрения показатели элементов структуры урожая повышались.

3. В первый год исследования увеличение доз вносимых удобрений от N₄₀P₄₀ до N₁₄₅P₁₆₀K₁₅₅ сопровождалось возрастанием числа продуктивных стеблей перед уборкой. Число зерен в колосе и масса зерна 1 колоса были значимо выше в вариантах удобрения, чем в контрольном варианте, но между вари-

антами с внесением удобрений показатели практически не различались.

4. Исследования на посевах кукурузы также выявили зависимость урожайности культуры от применения минеральных удобрений. В частности, внесение удобрений ока-

зало значительное влияние на такие показатели, как вес зерен одного початка, длина початков, число зерен одного початка. Доказано, что внесение удобрений оказывает не столь существенное влияние на остальные показатели структуры урожайности растений.

Список литературы

1. Андреев С. С. Организационно-экономическое обоснование применения минеральных удобрений под зерновые культуры: автореферат дис. ... канд. экон. наук. Москва: ВНИИЭСХ, 1999. 23 с.
2. Багринцева В. Н. Исследования по совершенствованию технологии возделывания кукурузы в Ставропольском крае // Кукуруза и сорго. 2008. № 1. С. 16–20. EDN: RARKEL
3. Батьков Б. О. Зависимость между содержанием подвижного фосфора, эффективностью фосфорных удобрений и урожаем кукурузы на предкавказских черноземах в условиях орошения // Бюллетень ВИУА. 1974. № 2. С. 59.
4. Бельтюков Л. П., Чепец Е. С. Применение удобрений, сроки и способы уборки озимого ячменя: монография. Пос. Персиановский: Изд-во Донского государственного аграрного университета, 2015. 183 с. ISBN: 978-5-98252-229-0. EDN: UIIJEJ
5. Бозиев Х. К., Кумахов В. И. Продуктивность гибридов кукурузы на выщелоченных черноземах // Аграрная наука. 2008. № 6. С. 15–16. EDN: JUNGBP
6. Тарчоков Х. Ш. Технология производства кукурузы (Технология ухода за посевами). Нальчик, 2000. 16 с.
7. Хачетлов Р. М. Технология производства кукурузы (Программирование урожаев). Нальчик, 2000. 20 с.
8. Шалов Т. Б. Урожайность культур в зависимости от использования расчётных доз удобрения в условиях вертикальной зональности КБР // Материалы Всероссийской научной конференции «Агрохимия на пороге XXI века» // Бюллетень ВИУА. 1998. № 111. С. 24–26. EDN: VRPUSD
9. Шалов Т. Б. Урожайность подсолнечника и кукурузы в степной и горной зонах Кабардино-Балкарии при использовании расчётных доз удобрений // Бюллетень ВИУА. 1997. № 110. С. 51–52. EDN: VRPUQF

References

1. Andreev S.S. *Organizacionno-ekonomicheskoe obosnovanie primeneniya mineral'nyh udobrenij pod zernovye kul'tury: avtoreferat dis. ... kand. jekon. nauk* [Organizational and economic justification for the use of mineral fertilizers for grain crops: abstract of dis. ... candidate of economic sciences]. Moscow: VNIIESSH, 1999. 23 p. (In Russ.)
2. Bagrintseva V.N. Issledovaniya po sovershenstvovaniyu tekhnologii vzdelyvaniya kukuruzy v Stavropol'skom krae. *Kukuruza i Sorgo*. 2008;(1):16–20. (In Russ.). EDN: RARKEL
3. Bat'kov B.O. Zavisimost' mezhdru sodержaniem podvizhnogo fosfora, effektivnost'yu fosfornyh udobrenij i urozhaem kukuruzy na predkavkazskih chernozemah v usloviyah orosheniya. *Bulleten VIUA*. 1974;(2):59. (In Russ.)
4. Beltyukov L.P., Chepets E.S. *Primenenie udobrenij, sroki i sposoby uborki ozimogo yachmenya: monografiya* [Application of fertilizers, timing and methods of harvesting winter barley: monograph]. Village Persianovsky: Izd-vo Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015. 183 p. ISBN: 978-5-98252-229-0. (In Russ.). EDN: UIIJEJ
5. Boziev Kh.K., Kumakhov V.I. Productivity of maize hybrids on loss-alkali chernozem. *Agrarian Science*. 2008;(6):15–16. (In Russ.). EDN: JUNGBP
6. Tarchokov H.Sh. *Tekhnologiya proizvodstva kukuruzy (Tekhnologiya uhoda za posevami)* [Technology of corn production (Technology of crop care)]. Nalchik, 2000. 16 p. (In Russ.).
7. Khachetlov R.M. *Tekhnologiya proizvodstva kukuruzy (Programmirovaniye urozhaev)* [Technology of corn production (Programming of yields)]. Nalchik. 2000. 20 p. (In Russ.)
8. Shalov T.B. Urozhajnost' kul'tur v zavisimosti ot ispol'zovaniya raschyotnyh doz udobreniya v usloviyah vertikal'noj zonal'nosti KBR. *Bulleten VIUA*. 1998;(111):24–26. (In Russ.). EDN: VRPUSD

9. Shalov T.B. Urozhajnost' podsolnechnika i kukuruzy v stepnoj i gornoj zonah Kabardino-Balkarii pri ispol'zovanii raschyotnyh doz udobrenij. *Bulleten VIUA*. 1997;(110):51–52. (In Russ.) EDN: VRPUQF

Сведения об авторах

Балкарова Марина Хажмуратовна – кандидат сельскохозяйственных наук, специалист-эксперт, Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Кабардино-Балкарской Республике

Хамокков Хажсет Аскерханович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий специалист, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, SPIN-код: 8228-5620

Information about the authors

Marina Kh. Balkarova – Candidate of Agricultural Sciences, specialist-expert, Office of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography of the Kabardino-Balkarian Republic

Khazhset A. Khamokov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Specialist, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8228-5620

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 10.02.2025;
одобрена после рецензирования 28.02.2025;
принята к публикации 10.03.2025.*

*The article was submitted 10.02.2025;
approved after reviewing 28.02.2025;
accepted for publication 10.03.2025.*

Научная статья

УДК 633.15:632.9

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-17-23

Эффективность действия биопрепаратов и протравителей против болезней кукурузы

Зарема Амурхановна Иванова^{✉1}, Фатима Хатабиевна Тхазеплова²,
Сюзана Альбердовна Жемухова³

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

¹zarema1518@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

²fnagudova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

³gsuzana0709@gmail.com

Аннотация. В статье приведены результаты исследований, проведенных в 2020-2023 годах на посевах гибрида кукурузы Родник 292 МВ и сорта Этна. Цель исследования – изучение влияния биопрепаратов и протравителей против болезней гибрида кукурузы Родник 292 МВ и сорта Этна. В качестве биопрепаратов использовали Альбит и Никфан, а в качестве протравителей – тетраметилтиурамдисульфид (ТМТД) и Фентиурам. Густота стояния растений равнялась 60 тыс./га. Удобрения вносили в дозе N₁₂₀P₉₀K₄₀. Фосфорно-калийные удобрения вносились под основную обработку почвы, азотные – под весеннюю культивацию. В схему опыта включили: Контроль, Альбит, Никфан, Альбит и ТМТД, Никфан и Фентиурам, Альбит и Фентиурам, Никфан и ТМТД. Контроль проводили без обработки. Семена кукурузы обрабатывали биопрепаратами в дозе 10 литров рабочего раствора на 1 тонну семян. Протравливание семян ТМТД проводили в дозе 4 литра препарата на 8 литров воды, а Фентиурамом в дозе 2 кг на 1 тонну семян. Наилучшие результаты были отмечены при совместной обработке семян кукурузы биопрепаратами и протравителями. Стойкость к болезням у сорта кукурузы Этна была немного выше, чем у гибрида кукурузы Родник 292 МВ. Это можно объяснить тем, что сорт Этна более устойчив к неблагоприятным факторам среды, чем гибрид Родник 292 МВ. Доказано, что обработка семян кукурузы перед посевом биопрепаратами Альбит и Никфан оказывает более значимую эффективность в повышении стойкости к болезням, чем действие протравителей ТМТД и Фентиурам. Применение рекомендуемой дозы биопрепарата в сочетании с половиной дозы протравителя имеет наибольшую эффективность в повышении стойкости к заболеваниям гибридов кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, семена, биопрепараты, протравители, вредители, болезни

Для цитирования. Иванова З. А., Тхазеплова Ф. Х., Жемухова С. А. Эффективность действия биопрепаратов и протравителей против болезней кукурузы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 17–23.
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-17-23

Original article

Efficiency of biological preparations and seed treatments against corn diseases

Zarema A. Ivanova^{✉1}, Fatima Kh. Thazeplova², Suzana A. Zhemukhova³

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

¹zarema1518@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

²fnagudova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6453-8059>

³gsuzana0709@gmail.com

Abstract. The article presents the results of studies conducted in 2020-2023 on crops of the Rodnik 292 MV corn hybrid and the Etna variety. The purpose of the study is to study the effect of biopreparations and seed treatment agents against diseases of the Rodnik 292 MV corn hybrid and the Etna variety. Albit and Nikfan were used as biopreparations, and tetramethylthiuram disulfide (TMTD) and Fentiuram were used as seed treatment agents. The plant density was 60 thousand/ha. Fertilizers were applied at a dose of $N_{120}P_{90}K_{40}$. Phosphorus-potassium fertilizers were applied under primary soil cultivation, nitrogen fertilizers under spring cultivation. The experimental design included: Control, Albit, Nikfan, Albit and TMTD, Nikfan and Fentiuram, Albit and Fentiuram, Nikfan and TMTD. Control was carried out without treatment. Corn seeds were treated with biopreparations at a dose of 10 liters of working solution per 1 ton of seeds. Seed treatment with TMTD was carried out at a dose of 4 liters of the preparation per 8 liters of water, and Fentiuram at a dose of 2 kg per 1 ton of seeds. The best results were noted with the combined treatment of corn seeds with biopreparations and seed dressings. The resistance to diseases of the Etna variety of corn was slightly higher than that of the Rodnik 292 MV hybrid corn. This can be explained by the fact that the Etna variety is more resistant to unfavorable environmental factors than the Rodnik 292 MV hybrid. It has been proven that the treatment of corn seeds before sowing with the Albit and Nikfan biopreparations has the greatest effectiveness against diseases than the action of the TMTD and Fentiuram seed dressings. The use of the recommended dose of the biopreparation with half the dose of the seed dressing has the greatest effectiveness in increasing the resistance of corn hybrids to diseases.

Keywords: corn, seeds, biological preparations, seed treatments, pests, diseases

For citation. Ivanova Z.A., Tkhazeplova F.Kh., Zhemukhova S.A. Efficiency of biological preparations and seed treatments against corn diseases. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):17–23. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-17-23

Введение. Кукуруза имеет большое значение в развитии сельского хозяйства. Интенсивные технологии, которые используются в настоящее время, а также чрезвычайные ситуации, возникающие после негативного воздействия на почву человека, привели к тому, что природная среда испортилась и прекратились процессы самовосстановления почвы.

Увеличивать продуктивность зерна кукурузы с каждым годом становится все сложнее. Поэтому более актуальным становится использование ресурсосберегающих технологий. Эти технологии дают возможность получения экологической продукции с максимальной эффективностью, с минимальным негативным воздействием на природу без использования химических веществ, вредных для человека и природы.

Увеличить продуктивность гибридов кукурузы и повысить качественные показатели зерна можно при выборе наиболее оптимальных вариантов доз и сроков применения биостимуляторов роста и развития растений. Применение современных биопрепаратов повышает степень использования биологического потенциала растений, имеющегося в его генотипе [1–3].

Биологически активной частью биопрепаратов являются микробы, вирусы, растения, насекомые или совокупность процессов, протекающих в них. Биологические препараты и средства химической защиты, обладая комплексом генетических признаков, способствуют росту и развитию, не ухудшая биологические особенности растений кукурузы. В отличие от химических средств защиты, биологические препараты не загрязняют окружающую среду и не оказывают плохое воздействие на организм человека.

Стоимость биологических препаратов меньше, чем химических препаратов, что является важным аспектом в экономическом плане [4–8]. В настоящее время в сельском хозяйстве используются энергосберегающие препараты, которые дают большую экономическую эффективность по сравнению с используемыми химическими препаратами [8–11].

Аграрии используют такие агротехнические приемы, как удобрения, протравители, обработку почвы. Они дают в совокупности влагосберегающий эффект в посевах, что дает рост гибрида кукурузы. Также используется предпосевная обработка семян биопрепаратами и протравителями [5, 6].

Цель исследования – изучение действия биопрепаратов и протравителей на болезни гибрида кукурузы Родник 292 МВ и сорта Этна.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводились на учебно-производственном комплексе ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова». Для закладки опытов использовался выщелоченный чернозем.

Для определения влияния биопрепаратов и протравителей были проведены опыты с гибридом кукурузы Родник 292 МВ и сортом Этна.

В качестве биопрепаратов использовали Альбит и Никфан, а в качестве протравителей – ТМТД и Фентиурам. Густота стояния растений равнялась 60 тыс./га. Удобрения вносили в дозе N₁₂₀P₉₀K₄₀. Фосфорно-калийные удобрения вносились под основную обработку почвы, азотные – под весеннюю культивацию.

В схему опыта включили: Контроль, Альбит, Никфан, Альбит и ТМТД, Никфан и Фентиурам, Альбит и Фентиурам, Никфан и ТМТД. Контроль проводили без обработки.

Семена кукурузы обрабатывали биопрепаратами в дозе 10 литров рабочего раствора на 1 тонну семян. Протравливание семян ТМТД проводили в дозе 4 литра препарата на 8 литров воды, а Фентиурамом – в дозе 2кг на 1 тонну семян.

Посев проводят обработанными семенами. Для обработки используют оптимальное количество Альбита с ½ дозой ТМТД, оптимальная доза Никфана с ½ дозы ТМТД, оптимальная доза Никфана вместе с ½ дозой ТМТД, оптимальное количество Альбита вместе с ½ дозой Фентиурама, полная доза Никфана с ½ дозой Фентиурама.

Результаты исследования. Вовремя подготовленный семенной материал с использованием протравителя способствует повышению стойкости растений к микроорганизмам.

Самые высокие показатели получены при использовании биологических препаратов и протравителей вместе.

Стойкость к болезням у сорта кукурузы Этна была немного выше, чем у гибрида кукурузы Родник 292 МВ (табл. 1). Это можно объяснить тем, что сорт Этна более устойчив к неблагоприятным факторам среды, чем гибрид Родник 292 МВ.

Таблица 1. Влияние биопрепаратов и протравителей на основные болезни кукурузы
Table 1. Effect of biopreparations and seed dressings on the main diseases of corn

Варианты	Болезни, %				
	Плесневение семян	Гельминтоспориоз	Корневые и стеблевые гнили	Пузырчатая головня	Фузариоз
<i>Этна</i>					
Контроль	45	40	42	44	40
Альбит	65	50	65	60	50
Никфан	65	50	60	55	50
Альбит + ТМТД	68	55	70	65	55
Никфан + ТМТД	68	50	65	60	50
Альбит + Фентиурам	70	55	70	65	60
Никфан + Фентиурам	70	50	70	60	50
<i>Родник 292 МВ</i>					
Контроль	43	41	40	45	42
Альбит	60	50	55	50	50
Никфан	60	55	60	55	50
Альбит + ТМТД	60	55	60	50	50
Никфан + ТМТД	60	55	60	55	55
Альбит + Фентиурам	65	55	60	55	55
Никфан + Фентиурам	65	60	60	55	55

Анализируя проведенные исследования, можно отметить, что обработка семян кукурузы перед посевом биопрепаратами Альбит и Никфан оказывает более эффективное влияние на болезнетворные микроорганизмы, чем ТМТД и Фентиурам.

Прослеживается тенденция к снижению развития болезней у гибридов кукурузы после применения рекомендуемой дозы биологического препарата с половинной дозой протравителя.

Протравитель ТМТД проявил слабое влияние на распространение таких болезней как плесневение, гельминтоспориоз, пузырчатая головня при использовании в эксперименте. Перед посевом семян эксперимент с биопрепаратом Альбит в полной дозе совместно с половинной дозой протравителя Фентиурам показал, что протравленные семена обладают более высокой стойкостью к основным заболеваниям.

Применение биопрепаратов и протравителей перед посевом семян кукурузы сорта Этна обеспечило лучшую стойкость к болезням растений кукурузы, чего не наблюдалось в контрольном варианте.

Гибрид кукурузы Родник 292 МВ показал менее стойкие результаты к болезням. Применение препарата Никфан лучше сказалось на стойкости к плесневению, гельминтоспориозу, пузырчатой головне и фузариозу.

Варианты, когда семена обрабатывались перед посевом только Альбитом, а также в комплексе с протравителем ТМТД, показали

невысокий эффект в борьбе с болезнями растений кукурузы, как и совместное использование биологического препарата Никфан и протравителя Фентиурам.

Реакции разных гибридов и сортов кукурузы на обработку перед посевом неодинаковые.

По результатам проведенных анализов можно сделать вывод, что сорт Этна показал положительную динамику при использовании биологического препарата Альбит вместе с протравителем Фентиурам.

Болезни гибрида Родник 292 МВ подавлялись применением комплекса биологического препарата Никфан с протравителем Фентиурам.

Когда семена гибрида кукурузы Родник 292 МВ обрабатывались перед посевом протравителем ТМТД, заболеваемость растений повышалась.

Хорошие результаты (50-70%) были достигнуты при использовании биопрепаратов и протравителей для борьбы с различными болезнетворными микроорганизмами.

Выводы. Результаты исследований показали, что биопрепараты Альбит и Никфан в сочетании с протравителями ТМТД и Фентиурам повышают стойкость к различным болезням растений кукурузы. Склонность к поражению такими заболеваниями, как плесневение семян, гельминтоспориоз, фузариоз, гниль, пузырчатая головня, значительно снижается при обработке биологическими препаратами Альбит и Никфан в сочетании с протравителями ТМТД и Фентиурам.

Список литературы

1. Багринцева Н. В. К вопросу выбора гибридов для кукурузы для Ставропольского края // Кукуруза и сорго. 2021. № 1. С. 31–35. EDN: LZUQJR
2. Результаты изучения экологической адаптивности новых среднеспелых и среднепоздних гибридов кукурузы / Ю. В. Сотченко, Л. А. Галговская, О. В. Теркина, А. Н. Романова, А. Ю. Поздняков // Кукуруза и сорго. 2021. № 1. С. 25–30. DOI: 10.25715/p9251-5136-1331-n. EDN: BCWOIV
3. Эффективность микрэлементов в земледелии / А. Ю. Кишев, И. М. Ханиева, Т. Б. Жеруков, З. С. Шибзухов // Аграрная Россия. 2019. № 1. С. 19–23. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-1-19-23. EDN: YUVRZB
4. Инновационный потенциал развития овощеводства в регионе / Х. М. Назранов, М. Р. Ашхотова, Л. З. Халишхова, З. Г. С. Шибзухов // Риск: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2019. № 3. С. 86–90. EDN: JVLRCZ
5. Продолжительность межфазных периодов и ростовые процессы в зависимости от приемов возделывания в условиях Кабардино-Балкарии / Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства / Ю. М. Шогенов, З. С. Шибзухов, С. С. Б. Эльмесов, Т. С. Виндугов // Материалы международной научно-

практической конференции, посвящённой году экологии в России. 2017. Солёное Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия. С. 344–346. EDN: ZTKHWL

6. Тхазеплова Ф. Х., Иванова З. А. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от минеральных удобрений // Известия Кабардино-Балкарского аграрного государственного университета им. В. М. Кокова. 2017. № 3(17). С. 13–17. EDN: ZACKNN

7. Ханиева И. М., Шогенов Ю. М., Шибзухов З. Г. С. Урожайность гибридов кукурузы в Кабардино-Балкарии в зависимости от сортовых особенностей и сроков посева // Технологии, инструменты и механизмы инновационного развития: материалы Международной научно-практической конференции НИЦ «Поволжская научная корпорация». 2017. С. 162–164. EDN: YNBVMZP

8. Фотосинтетическая деятельность растений гибридов кукурузы в связи с сортовыми особенностями и сроками посева в Кабардино-Балкарии / Ю. М. Шогенов, З. С. Шибзухов, С. С. Б. Эльмесов, Т. С. Виндугов // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой году экологии в России. Составители Н. А. Щербакова, А. П. Селиверстова. 2017. С. 346–348.

9. Эльмесов А. М., Шибзухов З. С. Регулирование сорного компонента агрофитоценоза в земледелии // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы II Международной научно-практической интернет-конференции. ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». Солёное Займище, 2017. С. 822–825. EDN: ZANODT

10. Применение новых гербицидов на посевах кукурузы на выщелоченных черноземах КБР / А. Ю. Кишев, И. М. Ханиева, Т. Б. Жеруков, З. Г. С. Шибзухов // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. Пенза: Наука и просвещение, 2017. С. 77–79. EDN: ZOHGST

11. Восстановитель плодородия почв / К. Г. Магомедов, И. М. Ханиева, А. Ю. Кишев, А. Л. Бозиев, Т. Б. Жеруков, З. Г. С. Шибзухов, А. Э. Амшоков // Materials of the XIII International scientific and practical conference. Editor: Michael Wilson. 2017. С. 74–77. EDN: ZRJURV

References

1. Bagrintseva V.N. To the question of corn hybrids choosing for Stavropol region. 2021. *Maize and sorghum*. 2021;(1):31–35. EDN: LZUQJR

2. Sotchenko Yu.V., Galgovskaya L.A., Terkina O.V., Romanova A.N., Pozdnyakov A.Yu. Studying results of the ecological adaptivity of new midripening and mid-late corn hybrids. *Maize and sorghum*. 2021;(1):25–30. DOI: 10.25715/p9251-5136-1331-n. EDN: BCWOIV

3. Kisev A.Yu., Khanieva I.M., Zherukov T.B., Shibzukhov Z.S. Efficiency of microelements in agriculture. *Agrarian Russia*. 2019;(1):19–23. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-1-19-23. EDN: YUVRZB

4. Nazranov Kh.M., Ashkhotova M.R., Khalishkova L.Z., Shibzukhov Z.G.S. Innovative potential of development of vegetables in the region. *Risk: Resursy, informatsiya, snabzheniye, konkurentsya*. 2019;(3): 86–90. EDN: JVLRCZ

5. Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S., Elmesov S.B., Vindugov T.S. Duration of interphase periods and growth processes depending on cultivation methods in the conditions of Kabardino-Balkaria. *Nauchno-prakticheskiye puti povysheniya ekologicheskoy ustoychivosti i sotsial'no-ekonomicheskoye obespecheniye sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchonnoy godu ekologii v Rossii* [Scientific and practical ways to improve environmental sustainability and socio-economic support for agricultural production. Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the Year of Ecology in Russia]. Solёnoe Zaimishche: Prikaspiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut aridnogo zemledeliya, 2017. Pp. 344–346. EDN: ZTKHWL

6. Ivanova Z.A., Tkhazeplova F.H. The productivity of maize hybrids depending on mineral fertilizers. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2017;3(17):13–17. (In Russ.). EDN: ZACKNN

7. Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.G. S. Yield of corn hybrids in Kabardino-Balkaria depending on varietal characteristics and sowing dates. *Tekhnologii, instrumenty i mekhanizmy innovatsionnogo razvitiya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii NITS «Povolzhskaya nauchnaya korporatsiya»* [Technologies, tools and mechanisms of innovative development.

Proceedings of the international scientific and practical conference of the Scientific Research Center "Volga Region Scientific Corporation"]. 2017. Pp. 162–164. EDN: YNBMZP

8. Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S., Elmesov S.B., Vindugov T.S. Photosynthetic activity of hybrid corn plants in connection with varietal characteristics and sowing dates in Kabardino-Balkaria. *Nauchno-prakticheskiye puti povysheniya ekologicheskoy ustoychivosti i sotsial'no-ekonomicheskoy obespecheniye sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchonnogo godu ekologii v Rossii. Sostaviteli N.A. Shcherbakova, A.P. Seliverstova* [Scientific and practical ways to improve environmental sustainability and socio-economic support of agricultural production. Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the Year of Ecology in Russia. Authors N.A. Shcherbakova, A.P. Seliverstova]. 2017. Pp. 346–348.

9. Elmesov A.M., Shibzukhov Z.S. Regulation of the weed component of agrophytocenosis in agriculture. *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii. FGBNU «Prikaspiyskiy NII aridnogo zemledeliya»* [Current ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management. Proceedings of the II international scientific and practical Internet conference. FGBNU "Caspian Research Institute of Arid Agriculture"]. Solenoe Zaimishche, 2017. Pp. 822–825. EDN: ZANODT

10. Kishhev A.Yu., Khanieva I.M., Zherukov T.B., Shibzukhov Z.G.S. Application of new herbicides on corn crops on leached chernozems of the KBR. *EUROPEAN RESEARCH: sbornik statey XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [EUROPEAN RESEARCH. Collection of articles of the XII International scientific and practical conference]. Penza: Nauka i prosveshcheniye, 2017. Pp. 77–79. EDN: ZOHGST

11. Magomedov K.G., Khanieva I.M., Kishhev A.Yu., Boziev A.L., Zherukov T.B., Shibzukhov Z.G.S., Amshokov A.E. Soil fertility restorer. Materials of the XIII International scientific and practical conference. Editor: Michael Wilson. 2017. Pp. 74–77. EDN: ZRJURV

Сведения об авторах

Иванова Зарема Амурхановна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4279-7005

Тхазеплова Фатима Хатабиевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4279-7005

Жемухова Сюзана Альбердовна – аспирант кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Zarema A. Ivanova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4279-7005

Fatima Kh. Tkhazeplova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4279-7005

Suzana A. Zhemukhova – Postgraduate Student of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author Contributions. All authors of this study were directly involved in the planning and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version presented.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 29.01.2025;
одобрена после рецензирования 28.02.2025;
принята к публикации 10.03.2025.*

*The article was submitted 29.01.2025;
approved after reviewing 28.02.2025;
accepted for publication 10.03.2025.*

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 636.234.1.03

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-24-30

**Потенциал продуктивности интродуцированных
голштинских нетелей**

Альберт Билялович Каздохов¹, Тимур Тазретович Тарчоков^{✉2}

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

¹kgbsha@rambler.ru

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

Аннотация. Выявление потенциала продуктивности голштинского скота и характера реализации в зависимости от паратипических факторов и линейной принадлежности актуально и представляет научный и практический интерес. Сравнительное изучение потенциала продуктивности интродуцированных голштинских нетелей, которое проводилось в ООО «Агро-Союз» Чегемского района Кабардино-Балкарской Республики, показало, что между группами подопытных животных установлены различия, обусловленные линейной принадлежностью. Среди матерей нетелей более высокие значения удоя за 305 дней лактации установлены у животных линии В.Б.Айдиала 1013415, которые превосходили сверстниц линии Р.Соверинга 198998 на 5,7% ($P < 0,95$). Более высокая жирномолочность установлена у коров матерей линии Р.Соверинга 198998 по сравнению с матерями нетелей линии В. Б. Айдиала 1013415, которая составила 0,14 абс.% ($P < 0,95$). Подобные результаты получены и при изучении белковомолочности, т.е. превосходство коров линии Р. Соверинга 198998 над животными линии В. Б. Айдиала 1013415 по содержанию белка в молоке составляет 0,04 абс. % ($P < 0,95$). В целом интродуцированные нетели голштинской породы характеризуются высоким генетическим потенциалом продуктивности, которая колебалась по удою в пределах 10621-11073 кг, по жирномолочности – 3,88-3,94%, по белковомолочности – 3,19-3,2%. Материнские предки завезенных нетелей разных линий характеризовались сходными показателями удоя, жирномолочности, хотя по белковомолочности в группах матерей матерей и матерей отцов выявлены достоверные различия.

Ключевые слова: генетический потенциал, племенная ценность, продуктивность, голштинская порода, женские предки, селекционные индексы

Для цитирования. Каздохов А. Б., Тарчоков Т. Т. Потенциал продуктивности интродуцированных голштинских нетелей // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 24–30. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-24-30

Original article

Productivity potential of introduced Holstein heifers

Albert B. Kazdokhov¹, Timur T. Tarchokov^{✉2}

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

¹kbgsa@rambler.ru

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

Abstract. Identification of the productivity potential of Holstein cattle and the nature of implementation depending on paratypic factors and linear affiliation is relevant and is of scientific and practical interest. A comparative study of the productivity potential of introduced Holstein heifers, which was carried out in Agro-Soyuz LLC, Chegem District, Kabardino-Balkarian Republic, showed that differences due to linear affiliation were established between the groups of experimental animals. Among the mothers of heifers, higher milk yield values for 305 days of lactation were found in animals of the V.B.Aidiala 1013415 line, which exceeded their peers of the R.Soveringa 198998 line by 5.7% ($P < 0.95$). Higher milk fat content was found in cows of the R.Soveringa 198998 line mothers compared to the mothers of heifers of the V.B.Aidiala 1013415 line, which amounted to 0.14 abs.% ($P < 0.95$). Similar results were obtained in the study of milk protein content, i.e. the superiority of R.Soveringa 198998 line cows over V.B.Aidiala 1013415 line animals in terms of protein content in milk is 0.04 abs.% ($P < 0.95$). In general, the introduced Holstein heifers are characterized by a high genetic productivity potential, which varied in milk yield within the range of 10,621-11,073 kg, in butterfat content – 3.88-3.94%, in protein content – 3.19-3.2%. The maternal ancestors of the imported heifers of different lines were characterized by similar indicators of milk yield, butterfat content, although reliable differences were found in protein content in the groups of mothers of mothers and mothers of fathers.

Keywords: genetic potential, breeding value, productivity, Holstein breed, female ancestors, selection indices

For citation. Kazdokhov A.B., Tarchokov T.T. Productivity potential of introduced Holstein heifers. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):24–30. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-24-30

Введение. Селекционно-племенная работа с голландским черно-пестрым скотом способствовала формированию голштинского скота, который в настоящее время характеризуется самым высоким генетическим потенциалом продуктивности, что стало основанием для их использования во многих странах мира для повышения племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота разных пород, а также создания новых высокопродуктивных пород, линий.

В последние годы в рамках реализации программы «Развитие АПК...» во многих регионах РФ, в т.ч. и в КБР, происходит увеличение численности крупного рогатого скота за счет завоза из различных стран и регионов. К числу таких субъектов относится и Кабардино-Балкарская Республика, где создано хозяйство ООО «Агро-союз» по разведению чистопородного скота голштинской породы. Формирование и комплектование маточного поголовья голштинской породы происходило

поэтапно. Сначала основное поголовье нетелей голштинской породы завозилось из хозяйств США в 2011 году. В последующем пополнение маточного состава происходило за счет завоза нетелей голштинской породы из Голландии, из республик Северо-Кавказского региона, а также выращивания ремонтного молодняка собственной репродукции [1].

Ранее проведенными исследованиями установлены степень и характер влияния паратипических факторов на хозяйственно-полезные признаки голштинского скота зарубежной селекции [1–8], однако изучение генотипических и фенотипических особенностей голштинского скота, интродуцированного из хозяйств Северо-Кавказского региона, а также факторов динамики популяции до настоящего времени не проводилось, что определяет актуальность темы исследований, представляющей научный и практический интерес.

Цель исследования – выявление потенциала продуктивности интродуцированных

голштинских нетелей в зависимости от линейной принадлежности.

Для реализации указанной цели поставлены задачи изучить:

- потенциал продуктивности голштинский нетелей разных линий на основании показателей женских предков;

- селекционные индексы голштинских нетелей разных линий.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования по изучению потенциала продуктивности интродуцированных голштинских нетелей проводились в период в 2023-2024 гг. в ООО «Агро-Союз» Чегемского района Кабардино-Балкарской Республики, которое расположено в предгорной зоне (высота над уровнем моря 430 м, среднегодовая температура воздуха +8,6°C, влажность воздуха 78%).

Для решения поставленных задач из числа животных, завезенных из ООО «Рея» Карачаево-Черкесской Республики (высота над уровнем моря 505 м, среднегодовая температура воздуха +9,0°C), специализирующегося на разведении черно-пестрого голштинского скота с 1999 г., сформированы две группы нетелей в зависимости от линейной принадлежности.

В первую группу входили нетели голштинской породы линии В. Б. Айдиал 1013415 (n=20).

Вторую группу подопытных животных формировали из числа нетелей голштинской породы линии Р. Соверинг 198998 (n=50).

В группы подбирались животные на основе анализа данных племенного учета и происхождения. В хозяйствах практикуется американская технология содержания с регулируемыми параметрами микроклимата. Животных всех половозрастных групп кормят по рационам в виде кормосмесей собственного производства, состоящих из сочных, грубых и концентрированных кормов с добавками различных белково-витаминно-минеральных веществ. Изучение потенциала продуктивности проводили на основе анализа продуктивности женских предков по родословным, вычисления селекционных индексов по методике Н. А. Кравченко (1973) [9].

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики [10].

Результаты исследования. В практике зоотехнии для оценки наследственных качеств животных по происхождению принято использовать фенотипические особенности женских предков, а также их изменчивость [11–13]. Приведенные данные продуктивных показателей женских предков интродуцированных голштинских нетелей свидетельствуют о различиях в удое за 305 дней лактации, жирномолочности и белковомолочности между группами подопытных животных, обусловленных линейной принадлежностью (табл. 1). Так, среди матерей нетелей более высокие значения удоя за 305 дней лактации установлены у животных первой группы, которые превосходили сверстниц второй группы на 5,7% ($P < 0,95$).

Матери нетелей характеризовались различными показателями жирности молока, обусловленными линейной принадлежностью. Более высокая жирномолочность установлена у коров матерей линии Р. Соверинга 198998 по сравнению с матерями нетелей линии В. Б. Айдиала 1013415, которая составила 0,14 абс. % ($P < 0,95$). Подобные результаты получены и при изучении белковомолочности, т. е. превосходство коров второй группы над первыми по содержанию белка в молоке составляет 0,04 абс. % ($P < 0,95$).

В целом матери завезенных нетелей голштинской породы разных линий характеризовались сходными показателями удоя, содержания жира и белка в молоке.

В группах матерей выявлены различия по показателям продуктивности и качественных показателей молока, связанные с линейной принадлежностью. При этом установлено превосходство матерей нетелей голштинской породы линии В. Б. Айдиала над сверстницами линии Р. Соверинга по удою за 305 дней лактации и содержанию жира в молоке, которое составило 4,4% ($P < 0,95$) и 0,05 абс. % ($P < 0,95$). Сравнительная оценка белковомолочности коров показала достоверное ($P > 0,95$) превосходство матерей второй группы над сверстницами первой группы.

В целом матери матерей интродуцированных нетелей голштинской породы характеризовались сходными показателями удоя и жирности молока, но белковомолочность животных линии Р. Соверинга оказалась значительно выше показателей коров линии В. Б. Айдиала.

Таблица 1. Продуктивные показатели женских предков интродуцированных голштинских нетелей
Table 1. Productive indicators of female ancestors of introduced Holstein heifers

Показатель	М		ММ		МО	
	X±m _x	C _v ,%	X±m _x	C _v ,%	X±m _x	C _v ,%
Линия В. Б. Айдиал 1013415, 1 гр., n=20						
Удой за 305 дней лактации, кг	10542±230	9,5	10019±311	13,5	13187±343	9,7
Содержание жира в молоке, %	3,84±0,12	13,6	3,99±0,05	5,0	3,83±0,07	6,6
Содержание белка в молоке, %	3,17±0,02	2,9	3,2±0,01	1,7	3,2±0,03	3,6
Линия Р. Соверинг 198998, 2 гр., n=50						
Удой за 305 дней лактации, кг	9974±180	12,7	9595±230	16,8	12941±184	9,1
Содержание жира в молоке, %	3,98±0,07	11,6	3,94±0,03	5,6	3,84±0,05	8,7
Содержание белка в молоке, %	3,21±0,02	4,3	3,24±0,01	2,4	3,14±0,01	2,1

Проведение заказного спаривания предусматривает высокий уровень реализации хозяйственно-полезных признаков быкопроизводящей группы коров, к которым предъявляются более строгие требования. Анализ продуктивных показателей матерей отцов завезенных голштинских нетелей показал, что группы матерей отцов разных линий по приведенным селекционным признакам между собой не различались (P<0,95).

Анализ варибельности селекционных признаков материнских предков показал, что у коров линии В.Б. Айдиала и линии Р. Соверинга коэффициент вариации колеблется по удою за 305 дней лактации в пределах 9,5-13,5% и 9,1-16,8%, по жирномолочности – в пределах 6,6-13,6% и 5,6-11,6%, по белковомолочности – в пределах 1,7-3,6% и 2,1-4,3%.

На основании продуктивных показателей женских предков завезенных нетелей вычислены селекционные индексы, которые отражают племенную ценность и потенциал продуктивности животных (табл. 2).

Установлено, что группы завезенных нетелей характеризовались различной племенной ценностью, обусловленной принадлежностью к линиям. Селекционные индексы, характеризующие генетический потенциал продуктивности нетелей, были высокими в обеих группах подопытных животных. Более высокие

значения селекционного индекса по удою установлены у животных линии В. Б. Айдиала, которые превосходили животных линии Р. Соверинга на 4,3%. При этом по жирномолочности установлена обратная тенденция, т.е. животные линии В. Б. Айдиала уступали животным линии Р. Соверинга на 0,06 абс.%. Сравнимые группы подопытных животных характеризовались сходными значениями селекционного индекса по белковомолочности.

Таблица 2. Племенная ценность интродуцированных голштинских нетелей
Table 2. Breeding value of introduced Holstein heifers

Линии	Селекционные индексы коров		
	по удою	по содержанию жира в молоке	по содержанию белка в молоке
В. Б. Айдиал 1013415	11073	3,88	3,19
Р. Соверинг 198998	10621	3,94	3,2

Заключение. Изучение потенциала продуктивности интродуцированных голштинских нетелей позволяет сделать следующие выводы: интродуцированные нетели голштинской породы линии В.Б. Айдиала и Р. Соверинга ха-

рактируются высокими наследственными задатками продуктивности, которые колебались по удою в пределах 10621-11073 кг, по жирномолочности – 3,88-3,94%, по белково-молочности – 3,19-3,2%. Материнские предки

завезенных нетелей разных линий характеризовались сходными показателями удою, жирномолочности, хотя по белковомолочности в группах матерей матерей и матерей отцов выявлены достоверные различия.

Список литературы

1. Разведение голштинского скота в Кабардино-Балкарии / А. А. Жилиев, Т. Т. Тарчоков, И. Г. Судоргина [и др.] // Зоотехния. 2020. № 9. С. 8–11. DOI: 10.25708/ZT.2020.11.24.002. EDN: NZTYRO
2. Мишхожев А. А., Глейншева М. Г., Тарчоков Т. Т. Влияние быков-производителей на интенсивность молокоотдачи у коров-первотелок голштинской породы // Вестник КрасГАУ. 2018. № 1(136). С. 45–50. EDN: YOSOXJ
3. Басонов О. А., Кулаткова А. С., Судакова А. В. Продуктивные показатели и экстерьерные особенности коров голштинской породы при разных способах содержания // 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. 19–23.
4. Басонов О. А., Кулаткова А. С. Значение материнского генотипа на реализацию молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича. Сборник статей. Москва, 2024. Т. 2. С. 354–360. EDN: RGPCCU
5. Басонов О. А., Кулаткова А. С., Шкилев Н. П. Молочная продуктивность коров-первотелок голштинской породы в зависимости от подбора родительских пар // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2024. № 4(79). С. 108–112. EDN: EMSJUR
6. Басонов О. А., Кулаткова А. С., Максимов П. В., Нелюбов А. В. Технологические свойства молока коров-первотёлок голштинской породы в зависимости от способа содержания и технологии доения // Зоотехния. 2023. № 7. С. 20–23. DOI: 10.25708/ZT.2023.45.69.006. EDN: QUJWKX
7. Продуктивные качества женских предков быков-производителей разных генотипов / Т. Т. Тарчоков, Х. М. Гасараева, М. Г. Глейншева [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 1(45). С. 53–59. EDN: MNRLHL
8. Басонов О. А., Кулаткова А. С. Характер лактационных кривых коров-первотелок голштинской породы в зависимости от молочной продуктивности // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2023. № 2(66). С. 26–32. DOI: 10.31563/1684-7628-2023-66-2-26-32. EDN: TRVDUK
9. Кравченко Н. А. Разведение сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1973. 486 с.
10. Тарчоков Т. Т., Максимов В. И., Юлдашбаев Ю. А. Генетика и биометрия: учебно-практическое пособие. Москва: Инфра-М, 2016. 112 с. EDN: WJCAQZ
11. Попов Н. А. Племенная ценность быков голштинской породы в хозяйствах Московской области // Молочное и мясное скотоводство. 2023. № 4. С. 16–20. DOI: 10.33943/MMS.2023.98.65.004. EDN:DLJMJU
12. Айсанов З. М. Некоторые критерии оценки и отбора молочного скота: науч. методики. Нальчик: Кабардино-Балкарская ГСХА, 2000. 49 с.
13. Айсанов З. М. Племенная ценность быков-производителей разных конституциональных типов // Аграрная наука. 2003. № 8. С. 30-31. EDN: PLBDLX

References

1. Zhilyaev A.A., Tarchokov T.T., Sudorgina I.G. [et al.] Breeding of Holstein cattle in Kabardino-Balkaria. *Zootekhnika*. 2020;(9):8–11. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2020.11.24.002. EDN: NZTYRO
2. Mishkhozhev A.A., Tleinsheva M.G., Tarchokov T.T. The influence of breeding bulls on the intensity of milk yield in first-calf heifers of the Holstein breed. *The Bulletin of KrasGAU*. 2018;1(136):45–50. (In Russ.). EDN: YOSOXJ
3. Basonov O.A., Kulatkova A.S., Sudakova A.V. Productive indicators and exterior features of Holstein cows under different housing conditions. *Nauchnye dostizhenija i innovacionnye podhody v APK: sb. nauch.*

tr. po itogam XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj pamjati Zasluzhennogo dejatelja 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. 19–23. (In Russ.)

4. Basonov O.A., Kulatkova A.S. The Importance of Maternal Genotype on the Implementation of Milk Productivity in Holstein First-calf Cows. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii molodyh uchjonyh i specialistov, posvjashhennoj 150-letiju so dnja rozhdenija A.Ja. Milovicha. Sbornik statej* [Proceedings of the International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists Dedicated to the 150th Anniversary of the Birth of A.Ya. Milovich. Collection of Articles]. Moscow, 2024. Vol. 2. Pp. 354–360. (In Russ.). EDN: RGPCCU

5. Basonov O.A., Kulatkova A.S., Shkilev N.P. Milk productivity of Holstein first-calf cows, depending on the selection of parental pairs. *Bulletin of Michurinsk state agrarian university*. 2024;4(79):108–112. (In Russ.). EDN: EMSJUR

6. Basonov O.A., Kulatkova A.S., Maksimov P.V., Nelyubov A.V. Technological properties of milk of holstein cows, depending on the method of maintenance and milking technology. *Zootechniya*. 2023;(7):20–23. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2023.45.69.006. EDN: QUIWXX

7. Tarchokov T.T., Gasaraeva H.M., Tleinsheva M.G. Productive qualities of female ancestors of sires of different genotypes. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2023;1(45):53–59. (In Russ.). EDN: MNRLHL

8. Basonov O.A., Kulatkova A.S. Character of lactation curves of holshtenian breed cows depending on milk productivity. *Vestnik Bashkir state agrarian university*. 2023;2(66):26–32. (In Russ.). DOI: 10.31563/1684-7628-2023-66-2-26-32. EDN: TRVDUK

9. Kravchenko N.A. *Razvedenie sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh* [Breeding of agricultural animals]. Moscow: Kolos, 1973. 486 p. (In Russ.)

10. Tarchokov T.T., Maksimov V.I., Yuldashbaev Yu.A. *Genetika i biometrija: uchebno-prakticheskoe posobie* [Genetics and biometrics: a teaching aid]. Moscow: Infra-M, 2016. 112 p. (In Russ.). EDN: WJCAQZ

11. Popov N.A. Breeding value of Holstein bulls in farms of the Moscow region. *Dairy and meat cattle breeding*. 2023;(4):16–20. (In Russ.). DOI: 10.33943/MMS.2023.98.65.004. EDN: DLJMJU

12. Aisanov Z.M. *Nekotorye kriterii ocenki i otbora molochnogo skota: nauch. metodiki* [Some criteria for evaluation and selection of dairy cattle: scientific methods]. Nalchik: Kabardino-Balkarian State Agricultural Academy, 2000. 49 p. (In Russ.)

13. Aisanov Z.M. Seer breeding value of various body composition types. *Agrarian Science*. 2003. № 8. C. 30-31. (In Russ.). EDN: PLBDLX

Сведения об авторах

Каздохов Альберт Билялович – соискатель кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

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

Information about the authors

Albert B. Kazdokhov – Applicant of the Department of Animal Science and Veterinary-Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

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

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

Author's contribution. All authors were directly involved into the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 14.02.2025;
одобрена после рецензирования 03.03.2025;
принята к публикации 12.03.2025.*

*The article was submitted 14.02.2025;
approved after reviewing 03.03.2025;
accepted for publication 12.03.2025.*

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

Научная статья

УДК 636.2.082.034

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-31-40

**Воспроизводительная способность коров швицкой породы
в зависимости от паратипических факторов****Андзор Аркадьевич Болов¹, Азнаур Заурбиевич Тюбеев², Тимур Газретович Тарчоков^{✉3},
Мухамед Музачирович Шахмурзов⁴**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030¹bolovaa@mail.ru²rakriki@mail.ru^{✉3}ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/000-0002-7434-1700>⁴schahmyh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3066-7829>

Аннотация. Швицкая порода крупного рогатого скота совершенствуется методом внутривидовой селекции с использованием генофонда лучших представителей отечественной и зарубежной селекции при одновременном улучшении условий кормления и содержания. Племенные стада швицкого скота отличаются высоким генетическим потенциалом продуктивности, который свидетельствует о конкурентоспособности породы. Исследования по изучению возрастной изменчивости воспроизводительных качеств швицкой породы, проведенные в трех племенных хозяйствах КБР, показали, что все зооветеринарные мероприятия должны быть направлены на реализацию биологического потенциала продуктивного долголетия швицкого скота, обращая внимание на необходимость целенаправленного выращивания ремонтного молодняка и ежегодный ввод в стада 25-35% и более проверенных первотелок. Созданные на всех этапах выращивания и лактации условия кормления и содержания способствуют реализации потенциала воспроизводительной способности швицкого скота, о чем свидетельствуют близкие к оптимальным значениям показатели коэффициента воспроизводительной способности, которые варьировались в пределах 0,96-0,97. Основными причинами выбытия животных в хозяйствах являются нарушения органов воспроизводительной способности (гинекологические заболевания, яловость), болезни конечностей и травмы, связанные с технологией содержания, болезни вымени и низкая продуктивность. Средний возраст коров, выбывших из стад швицкого скота, варьируется в пределах 3,6-5,5 отелов.

Ключевые слова: швицкая порода, воспроизводительная способность, паратипические факторы, причины выбытия коров, продуктивное долголетие

Для цитирования. Болов А. А., Тюбеев А. З., Тарчоков Т. Т., Шахмурзов М. М. Воспроизводительная способность коров швицкой породы в зависимости от паратипических факторов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47) . С. 31–40. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-31-40

Original article

Reproductive capacity of Swiss cows depending on paratypic factors

Andzor A. Bolov¹, Aznaur Z. Tyubeev², Timur T. Tarchokov^{✉3},

Mukhamed M. Shakhmurzov⁴

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

¹bolovaa@mail.ru

²rakriki@mail.ru

^{✉3}ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/000-0002-7434-1700>

⁴schahmyh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3066-7829>

Abstract. The Swiss cattle breed is being improved by the method of intra-breed selection using the gene pool of the best representatives of domestic and foreign selection with simultaneous improvement of feeding and housing conditions. Breeding herds of Swiss cattle are distinguished by a high genetic productivity potential, which indicates the competitiveness of the breed. Research on the age-related variability of the reproductive qualities of the Swiss breed, conducted in three breeding farms of the KBR, showed that all zooveterinary measures should be aimed at realizing the biological potential of the productive longevity of Swiss cattle, paying attention to the need for targeted cultivation of replacement young animals and the annual introduction of 25-35% or more of proven first-calf heifers into the herds. The feeding and housing conditions created at all stages of rearing and lactation contribute to the implementation of the reproductive capacity potential of Swiss cattle, as evidenced by the close to optimal values of the reproductive capacity coefficient, which varied within the range of 0.96-0.97. The main reasons for the withdrawal of animals from farms are disorders of the reproductive organs (gynecological diseases, infertility), diseases of the limbs and injuries associated with the technology of keeping, diseases of the udder and low productivity. The average age of cows leaving the herds of Swiss cattle varies within 3.6-5.5 calvings.

Keywords: Swiss breed, reproductive capacity, paratypic factors, reasons for the withdrawal of cows, productive longevity

For citation. Bolov A.A., Tyubeev A.Z., Tarchokov T.T., Shakhmurzov M.M. Reproductive capacity of Swiss cows depending on paratypic factors. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):31–40. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-31-40

Введение. Швицкая порода крупного рогатого скота является плановой для хозяйств предгорной и горной зон Северокавказского региона, отличается хорошей приспособленностью и пластичностью к условиям отгонно-горного содержания, а также высокими показателями продуктивности.

В настоящее время швицкая порода совершенствуется методом внутривидовой селекции с использованием генофонда лучших представителей отечественной и зарубежной селекции при одновременном улучшении условий кормления и содержания [1–3]. Во многих регионах страны проводимая селекционно-племенная работа со швицкой породой способствовала созданию стад, отличающихся лучшим проявлением хозяйственно-

полезных признаков и различными экстерьерно-конституциональными особенностями, что обусловлено генотипическими и паратипическими факторами. В условиях Кабардино-Балкарской Республики сформированы племенные стада швицкого скота, которые характеризуются высокими показателями молочной продуктивности в сочетании с такими живой массы, качественных показателей молока. Ранее проведенными исследованиями [4–16] установлено, что сформированный массив племенного скота швицкой породы в хозяйствах предгорной и горной зон, а также достигнутый генетический потенциал продуктивных качеств свидетельствуют о конкурентоспособности породы в условиях широко применяемой системы отгонно-

горного скотоводства. Однако на массиве созданных стад швицкого скота недостаточно изучены показатели воспроизводительной способности, которые одновременно считаются косвенным критерием адаптированности к условиям разведения. В связи с этим комплексные исследования воспроизводительных качеств коров швицкой породы в различных племенных репродукторах являются актуальными и представляют научный и практический интерес.

Целью исследования является изучение возрастной изменчивости воспроизводительных качеств швицкой породы различной заводской принадлежности и в зависимости от паратипических факторов.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования по изучению возрастной изменчивости воспроизводительных качеств швицкой породы проводились в условиях племенных хозяйств Зольского (ООО «Псынадаха») и племрепродуктор СХПК «Верхнемалкинский») и Баксанского районов КБР (ООО «Сельхоз-Комфорт»). В хозяйствах практикуется стойлово-выгульная система содержания молочного скота. Животные обеспечиваются в основном кормами собственного производства, а годовая обеспеченность животных кормами находится на уровне 49-58 ц энергетических кормовых единиц. Исследования проводились методом проведения бонитировки поголовья всех половозрастных групп в приведенных выше хозяйствах и их анализа. Наряду с этим формировались три группы коров. В первую группу входили коровы швицкой породы ООО «Псынадаха»; во вторую группу – коровы швицкой породы из племрепродуктора СХПК «Верхнемалкинский»; в третью группу – коровы швицкой породы из ООО «Сельхоз-Комфорт». Анализу подвергались документы первичного племенного и зоотехнического учета, племенные свидетельства, племенные карточки коров швицкой породы (форма 2 – мол), данные зоотехнического отчета о результатах племенной работы со швицкой породой скота (форма 7 – мол). Оценка воспроизводительной способности проводилась у 30 животных из каждой группы. Проводился учет следующих показателей воспроизводительной способности наряду с бонитировкой всего поголовья: продолжительность сервис-периода, индекс

осеменения, коэффициент воспроизводительной способности (КВС) по общепринятым методикам. Формирование групп подопытных животных проводилось с учетом возраста, средней живой массы и продуктивности для своих групп. Изучение живой массы телок проводилось методом взвешиваний в возрасте первого осеменения. Данные, полученные в процессе проведения исследований, обработаны биометрически по Н. П. Плохинскому (1969) [17].

Результаты исследования. Воспроизводительная способность коров – важный показатель, определяющий рентабельность молочного скотоводства и служащий косвенным показателем приспособленности животных к условиям разведения. При этом важным составляющим воспроизводительной способности коров является продолжительность сервис-периода, которая обусловлена наследственными и паратипическими факторами. Исследования по изучению воспроизводительной способности на основе оценки бонитировочных данных всего поголовья коров показали, что более оптимальные значения продолжительности сервис-периода установлены у коров первой и третьей групп, которые составили соответственно в среднем 91 и 93 дня, что на 11 и 9 дней меньше по сравнению с животными второй группы. Распределение пробонитированных коров с учетом продолжительности сервис-периода показало, что частота встречаемости коров с продолжительностью сервис-периода в пределах 90-120 дней составила в первой группе 25,3%, во второй группе 24,6%, а в третьей группе – 19,8%. Удельный вес коров с продолжительностью сервис-периода 121 дней и более составил у коров первой группы 5,4%, второй группы – 24,9% и третьей группы – 14,1%.

В процессе подготовки коров к отелу и последующей лактации особое внимание уделялось продолжительности сухостойного периода. Установлено, что в группах подопытных животных наблюдаются различия в процессе подготовки коров к отелу и последующей лактации. При этом у коров первой и второй групп выявлена сходная продолжительность сухостойного периода, составляющая в среднем 77 и 78 дней соответственно, что на 11 и 10 дней длительнее, чем у ко-

ров третьей группы. Среди пробонитированных животных частота встречаемости коров с продолжительностью сухостойного периода в пределах 31-50 дней составляет в первой группе 9,2%, во второй группе – 17,3% и в третьей группе – 7,8%, с продолжительностью сухостойного периода в пределах 51-70

дней – 34,6%, 35,2% и 69,2% по группам соответственно.

В целом приведенные данные свидетельствуют о том, что продолжительность сухостойного периода в группах коров разных хозяйств была различной и колебалась в пределах 68-78 дней в среднем (табл. 1).

Таблица 1. Показатели воспроизводительной способности коров (данные бонитировки 2023 г.)
Table 1. Reproductive capacity indicators of cows (2023 assessment data)

Наименование хозяйств	Продолжительность сервис-периода				Продолжительность сухостойного периода					Выход телят на 100 коров, гол.
	всего, гол.	средняя, дн.	90-120 дней, гол.	121 дней и более, гол.	всего, гол.	средняя, дн.	31-50 дней, гол.	51-70 дней, гол.	71 дней и более, гол.	
ООО «Колхоз Псындаха», 1 гр.	724	91	183	39	618	77	57	214	347	98
Племрепродуктор СХПК «Верхнемалкинский», 2 гр.	414	102	103	74	364	78	63	128	173	89
ООО «Сельхоз-Комфорт», 3 гр.	469	93	66	111	425	68	33	294	83	90

При этом коровы третьей группы отличались близкими к оптимальным значениям по продолжительности сухостойного периода в сравнении с таковыми первой и второй групп. Важно отметить, что у коров первой и второй групп все зооветеринарные мероприятия должны быть направлены на уменьшение продолжительности сухостойного периода, т.к. в указанных группах показатели сухостойного периода превышают требуемые нормы и составляют 77 и 78 дней соответственно. Анализ сохранности поголовья показал, что выход телят на 100 коров был различным в группах коров и варьировался в пределах 89-98%.

Исследования многих авторов свидетельствуют о том, что одним из факторов, влияющих на уровень молочной продуктивности коров, является живая масса при первом осеменении. В молочном скотоводстве удой связан с живой массой криволинейной зависимостью. Живая масса – важный хозяйственно-полезный признак, характеризующий общее развитие организма животного. Установлено (табл.2), что в группах подопытных

животных живая масса при первом осеменении была различной. Так, большие показатели живой массы при первом осеменении установлены у телок первой и второй групп, которые между собой не различались ($P < 0,95$) и превосходили животных третьей группы на 15,8 и 13,5% ($P > 0,999$). Рассчитанные данные стандартного отклонения и коэффициента вариации свидетельствуют о превосходстве животных первой и второй групп над телками третьей группы по показателям изменчивости живой массы.

Индексы осеменения, характеризующие количество осеменений для оплодотворения, были различными в группах подопытных животных, что обусловлено паратипическими факторами. Среди телок более желательными значениями индекса осеменения характеризовались телки первой и третьей групп ($P < 0,95$) по сравнению с телками второй группы, у которых данный показатель оказался выше на 0,4 и 0,37 ($P > 0,95$ и $P < 0,95$) соответственно.

Установлена возрастная и межгрупповая изменчивость индекса осеменения.

Таблица 2. Воспроизводительная способность телок и коров швицкой породы
Table 2. Reproductive capacity of Swiss heifers and cows

Показатель	Наименование хозяйств								
	ООО «Колхоз Псынадаха», 1 гр., n=30			Племрепродуктор СХПК «Верхнемалкинский», 2 гр., n=30			ООО «Сельхоз-Комфорт», 3 гр., n=30		
	X ±m _x	σ	C _v , %	X ±m _x	σ	C _v , %	X ±m _x	σ	C _v , %
Живая масса при первом осеменении, кг	439±3,4	18,2	4,1	430±3,1	15,0	3,5	379±2,7	12,4	3,2
Индекс-осеменения телок	1,9±0,09	0,5	35,6	2,3 ± 0,13	0,7	30,4	1,93±0,15	0,8	42,8
коров	2,2±0,2	0,9	38,4	1,9±0,13	0,7	37,4	1,57±0,1	0,6	36,2
Продолжительность сервис-периода, дн.	99±2,1	11,3	11,3	99±1,9	10,3	10,5	94,3±1,9	10,3	10,9
Продолжительность межотельного периода, дн.	381±2,2	11,8	3,1	380±2,1	11,3	3,0	378±1,9	10,1	2,7
Коэффициент воспроизводительной способности	0,96±0,006	0,03	3,1	0,96±0,005	0,03	3,1	0,97±0,004	0,03	2,6

С возрастом у животных первой группы происходит увеличение индекса осеменения с 1,9 до 2,2. При этом у животных второй и третьей групп индексы осеменения имеют тенденцию к снижению. В результате у коров-первотелок третьей группы установлены желательные значения индекса осеменения, более высокие – у коров первой группы, а первотелки второй группы занимали промежуточное положение. Во все изученные возрастные периоды в группах подопытных животных установлены высокие значения показателей стандартного отклонения и коэффициента изменчивости, варьирующиеся в пределах 0,5-0,9 и 30,4-42,8% соответственно.

Во всех группах подопытных животных выявлена сходная продолжительность сервис-периода, свидетельствующая об отсутствии достоверных различий между группами (P<0,95) и варьирующаяся в пределах 94-99 дней. Подобные результаты получены и по продолжительности межотельного периода. Между группами подопытных животных по продолжительности межотельного периода различия не установлены (P <0,95), хотя они колебались в пределах 378-381 дня. Коэффициенты воспроизводительной способности, которые показывают регулярность отелов коров в течение года, были близки к оптимальным значениям и варьировались в преде-

лах 0,96-0,97, а подопытные животные имели сходные показатели коэффициента воспроизводительной способности (P <0,95).

В целом установлено, что созданные в хозяйствах условия кормления и содержания способствуют реализации потенциала воспроизводительной способности швицкого скота, о чем свидетельствуют близкие к оптимальным значениям показатели коэффициента воспроизводительной способности.

В настоящее время селекционно-племенная работа со швицкой породой направлена на увеличение продуктивного долголетия животных, что актуально для швицкой породы коров, характеризующихся приспособленностью к условиям отгонно-горного содержания в сочетании с высокими показателями продуктивности.

В исследованиях проведен анализ причин выбытия коров в зависимости от возраста коров (табл. 3). Анализ проведен по данным 2023 года с учетом заводской принадлежности и создаваемых в хозяйствах паратипических факторов, т. е. принятая в хозяйствах стойлово-выгульная система содержания молочного скота, интенсификация технологических процессов производства молока отражаются на продолжительности хозяйственного использования коров. В связи с этим изучение влияния паратипических факторов на основные

Таблица 3. Причины выбытия коров швицкой породы
Table 3. Reasons for the withdrawal of Swiss cows

Наименование хозяйств	Группы коров	Выбыло, всего		Причины выбытия												Средний возраст выбытия коров в отелах
		гол	%	низкая продуктивность		гинекологические заболевания, яловость		вымени		конечностей		травмы		прочие		
				гол	%	гол	%	гол	%	гол	%	гол	%	гол	%	
ООО «Колхоз Псынадаха», 1 гр.	коровы	106	100	75	70,8	15	14,2	10	9,4	2	1,9	-	-	4	3,8	5,5
	в т. ч. первотелки	32	100	21	65,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Племрепродуктор СХПК «Верхнемалкский», 2 гр.	коровы	44	100	27	61,4	9	20,5	2	4,5	1	2,3	1	2,3	7	15,9	5,27
	в т. ч. первотелки	16	100	12	75,0	2	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
ООО «Сельхоз-Комфорт», 3 гр.	коровы	81	100	14	17,3	21	25,9	2	2,5	3	3,7	7	8,6	34	42,0	3,6
	в т. ч. первотелки	15	100	6	40,0	3	20,0	-	-	-	-	1	6,7	5	33,3	

причины выбраковки коров швицкой породы актуально, представляет практический интерес, т.к. селекционно-племенная работа направлена на создание и использование высокопродуктивных и конституционально крепких животных с длительным сроком хозяйственного использования.

Установлено, что основными причинами выбытия животных в хозяйствах являются нарушения органов воспроизводительной способности (гинекологические заболевания, яловость), болезни конечностей и травмы, связанные с технологией содержания, болезни вымени и низкая продуктивность. При этом низкая продуктивность стала основой для элиминации и выбраковки 70,8% коров и 65,6% первотелок как не соответствующих требованиям стандарта для коров швицкой породы, из числа животных второй группы – 61,4% коров и 75,0% первотелок, из числа животных третьей группы – 17,3% коров и 40,0% первотелок. Гинекологические заболевания и яловость способствовали выбытию 14,2% из числа коров первой группы, из числа животных второй группы выбраковано 20,5% коров и 12,5% первотелок, а из числа животных третьей группы – 25,9% коров и 20,0% первотелок. Болезни вымени свойственны взрослым коровам, и по этой причине выбыло 9,4%, 4,5% и 2,5% соответственно из числа коров первой, второй и третьей групп. По причине болезней конечностей выбрако-

вано 1,9% коров первой группы, 2,3 и 3,7% коров второй и третьей групп соответственно. Частота встречаемости коров, выбракованных из стада по причине травматизма и технологических процессов содержания, составила во второй группе 2,3%, в третьей группе – 8,6% коров и 6,7% первотелок.

Прочими причинами обусловлено 3,8-42,0% выбывших из животных всех групп. В целом средний возраст коров, выбывших из числа животных первой и второй групп, составил 5,5 и 5,27 отелов, а в группе коров третьей группы данный показатель составил 3,6 отела.

Заключение. В целом вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что селекционно-племенная работа и все зооветеринарные мероприятия должны быть направлены на реализацию биологического потенциала продолжительности хозяйственного использования коров. При этом достижение высокой продуктивности коров возможно за счет целенаправленного выращивания ремонтного молодняка и ежегодного ввода в стадо 25-35% и более проверенных первотелок. Созданные на всех этапах выращивания и лактации условия кормления и содержания способствуют реализации потенциала воспроизводительной способности швицкого скота, о чем свидетельствуют близкие к оптимальным значениям показатели коэффициента воспроизводительной способности.

Список литературы

1. Татуева О. В. Результаты использования быков-производителей бурой швицкой породы при разных типах подбора // Зоотехния. 2025. № 2. С. 6–11. DOI: 10.25708/ZT.2025.90.10.002. EDN: PFZVQA
2. Гонтов М. Е. Характеристика и мониторинг генетической структуры стада бурой швицкой породы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1 (65). С. 156–162. DOI: 10.18286/1816-4501-2024-1-156-162. EDN: MFWOGB
3. Кузьмина Н. В. Племенная база бурой швицкой породы крупного рогатого скота в Смоленской области // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 101–105. DOI: 10.28983/asj.y2023i12pp101-105. EDN: PWKQIL
4. Комков Д. Г., Кертиев Р. М., Кертиева Н. М. Интенсивность использования коров с разным возрастом и живой массой при первом отеле // Современные научные подходы в совершенствовании племенного животноводства, кормопроизводства и технологий производства пищевой продукции в России: сборник статей X Международной научно-практической конференции, посвященной 180-летию со дня рождения Н. В. Верещагин. Под общ. ред. Н. П. Сударева, Тверь, 2019. С. 133–136. EDN: YHFGAI
5. Комков Д. Г., Кертиев Р. М., Кертиева Н. М. Продолжительность и интенсивность использования коров с разным возрастом и живой массой при первом отеле // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 7. С. 42–45. EDN: DGHVIF
6. Амерханов Х. А., Шичкин Г. И., Кертиев Р. М. Стратегия модернизации молочного скотоводства России // Молочное и мясное скотоводство. 2006. № 6. С. 2–5. EDN: VJKLQR

7. Кертиев Р., Шичкин Г. Результаты совершенствования племенных и продуктивных качеств холмогорского и швицкого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2002. № 4. С. 29–31. EDN: VRMGIZ
8. Лось Н., Кертиев Р. Продуктивность коров с разной длительностью первого сервис-периода // Молочное и мясное скотоводство. 1999. № 1. С. 15.
9. Кертиев Р., Лось Н. Зависимость плодовитости первотелок от их возраста и живой массы // Молочное и мясное скотоводство. 1999. № 3.
10. Захаров В. М., Кертиев Р. М. Изучение влияния некоторых факторов на продолжительность хозяйственного использования коров // В сборнике: Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства. Лесные Поляны, 1998. С. 22–23. EDN: VLOBXT
11. Кертиев Р. М. Молочная продуктивность помесных и чистопородных холмогорских коров с разной длительностью первого сервис – периода // В сборнике: Селекция, кормление, содержание сельскохозяйственных животных и технология производства продуктов животноводства. Лесные Поляны, 1998. С. 20–22. EDN: VLWPXH
12. Тарчоков Т. Т. К вопросу о приспособленности голштиinizированных коров к условиям отгонно-горного содержания // Агроэкологогеографическое районирование мезотерритории и адаптивно-ландшафтное размещение сельскохозяйственных культур и животных в Северокавказском регионе: сб. науч. тр. Ст. Орджоникидeвская. 1997. С. 240–242.
13. Тарчоков Т. Т. Особенности роста голштиinizированных телок в условиях Кабардино-Балкарии // Молочное и мясное скотоводство. 1999. № 6. С. 8-9. EDN: IZTMPX
14. Тарчоков Т. Т., Борукаев М.Х. Развитие телок различного происхождения // Молочное и мясное скотоводство. 1991. № 3. С. 22.
15. Тарчоков Т. Т. Влияние повышенного уровня кормления на рост телок и их последующую молочную продуктивность // Зоотехния. 1997. № 8. С. 21-22. EDN: PEGXSY
16. Болов А. А., Шахмурзов М. М., Тарчоков Т. Т. Продуктивные особенности коров швицкой породы различных заводских типов // Зоотехния. 2022. № 3. С. 25–28. DOI: 10.25708/ZT.2022.34.69.008. EDN: ZAPHNQ
17. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 256 с.

References

1. Tatueva O.V. The results of the use of bulls-producers of brown Swiss breed for different types of selection. *Zootekhnika*. 2025;(2): 6–11. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2025.90.10.002. EDN: PFZVQA
2. Gontov M.E. Characteristics and monitoring of the genetic structure of the Brown Swiss herd. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2024;(1)(65):156–162. (In Russ.). DOI: 10.18286/1816-4501-2024-1-156-162. EDN: MFWQGB
3. Kuzmina N.V. Pedigree base of brown swiss cattle breed in the Smolensk region. *Agrarian scientific journal*. 2023;(12):101–105. (In Russ.). DOI: 10.28983/asj.y2023i12pp101-105. EDN: PWKQIL
4. Komkov D.G., Kertiev R.M., Kertieva N.M. Intensity of use of cows of different ages and live weights at the first calving. *Sovremennye nauchnye podhody v sovershenstvovanii plemennogo zhivotnovodstva, kormoproizvodstva i tehnologij proizvodstva pishhevoj produkcii v Rossii: sbornik statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 180-letiju so dnja rozhdenija N.V. Vereshhagin. Pod obshh. red. Sudareva N.P.* [Modern scientific approaches to improving livestock breeding, forage production and food production technologies in Russia: a collection of articles from the X International Scientific and Practical Conference dedicated to the 180th anniversary of the birth of N.V. Vereshchagin. Under the general editorship of N.P. Sudarev]. Tver, 2019. Pp. 133–136. (In Russ.). EDN: YHFGAI
5. Komkov D.G., Kertiev R.M., Kertieva N.M. The intensity of the use of cows with different age and body weight at the first calving. *Dairy and meat cattle breeding*. 2019;(7):42–45. EDN: DGHBIF (In Russ.)
6. Amerhanov H.A., Shichkin G.I., Kertiev R.M. Strategy for modernization of dairy cattle breeding in Russia. *Dairy and meat cattle breeding*. 2006;(6)2–5. EDN: VJKLQR
7. Kertiev R., Shichkin G. Results of improving the breeding and productive qualities of Kholmogory and Schwyz cattle. *Dairy and meat cattle breeding*. 2002;(4):29–31. EDN: VRMGIZ (In Russ.)
8. Los N., Kertiev R. Productivity of cows with different duration of the first service period. *Dairy and beef cattle breeding*. 1999;(1):15. (In Russ.)
9. Kertiev R., Los N. Dependence of fertility of first-calf heifers on their age and live weight. *Dairy and beef cattle breeding*. 1999;(3). (In Russ.)

10. Zakharov V.M., Kertiev R.M. Study of the influence of some factors on the duration of economic use of cows. *V sbornike: Seleksiya, kormleniye, sodержaniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i tekhnologiya proizvodstva produktov zhivotnovodstva*. [In the collection: Selection, feeding, maintenance of agricultural animals and technology of production of livestock products]. Lesnye Polyany, 1998. Pp. 22–23. EDN: VLOBXT

11. Kertiev R. M. Milk productivity of crossbred and purebred Kholmogory cows with different duration of the first service period. *V sbornike: Seleksiya, kormleniye, sodержaniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i tekhnologiya proizvodstva produktov zhivotnovodstva* [In the collection: Selection, feeding, maintenance of farm animals and technology of production of livestock products]. Lesnye Polyany, 1998. Pp. 20–22. (In Russ.). EDN: VLWPXH

12. Tarchokov T.T. On the issue of the adaptability of Holsteinized cows to the conditions of distant-mountain maintenance. *Agrojekologogeograficheskoe rajonirovanie mezaterritorii i adaptivno-landshaftnoe razmeshhenie sel'skohozyajstvennykh kul'tur i zhivotnykh v Severokavkazskom regione Agrojekologogeograficheskoe rajonirovanie mezaterritorii i adaptivno-landshaftnoe razmeshhenie sel'skohozyajstvennykh kul'tur i zhivotnykh v Severokavkazskom regione* [Agroecological-geographical zoning of mesaterritory and adaptive-landscape distribution of agricultural crops and animals in the North Caucasus region: collection of scientific papers of]. St. Ordzhonikidzovskaya. 1997. Pp. 240–242. (In Russ.)

13. Tarchokov T.T. Features of growth of Holsteinized heifers in the conditions of Kabardino-Balkaria. *Dairy and meat cattle breeding*. 1999;(6):8-9. EDN: IZTMPX

14. Tarchokov T.T., Borukaev M.H. Development of heifers of different origins. *Dairy and meat cattle breeding*. 1991;(3):22. (In Russ.)

15. Tarchokov T. T. Effect of increased feeding level on growth of heifers and their subsequent milk productivity. *Zootechniya*. 1997;(8):21-22. (In Russ.). EDN: PEGXSY

16. Bolov A.A., Shakhmurzov M.M., Tarchokov T.T. Productive peculiarities of Schwyz breed cows of different factory types. *Zootechniya*. 2022;(3):25–28. DOI: 10.25708/ZT.2022.34.69.008. (In Russ.) EDN: ZAPHNQ

17. Plokhinsky N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlja zooteknikov* [Handbook of biometrics for zootechnicians]. Moscow: Kolos, 1969. 256 p.

Сведения об авторах

Болов Андзор Аркадьевич – соискатель кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5962-7672

Тюбеев Азнаур Заурбиевич – аспирант кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4973-9781

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

Шахмурзов Мухамед Музачирович – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2584-2612

Information about the authors

Andzor A. Bolov – Applicant of the Department of Animal Science and Veterinary-Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN code: 5962-7672

Aznaur Z. Tyubeev – Postgraduate student of the Department of Animal Science and Veterinary-Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4973-9781

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

Mukhamed M. Shakhmurzov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2584-2612

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

Author's contribution. All authors were directly involved into the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 13.02.2025;
одобрена после рецензирования 04.03.2025;
принята к публикации 12.03.2025.*

*The article was submitted 13.02.2025;
approved after reviewing 04.03.2025;
accepted for publication 12.03.2025.*

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

Научная статья

УДК 631.31

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-41-47

**Исследование процесса взаимодействия рабочих органов
почвообрабатывающих орудий с почвой****Расул Алимович Апажев¹, Юрий Ахметханович Шекихачев^{✉2}**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030¹apazhev97@mail.ru^{✉2}shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

Аннотация. Механическая обработка почвы наряду с системой севооборотов, удобрения, защиты посевов от сорняков, вредителей и болезней является одним из важнейших звеньев любой системы земледелия. Во все времена обработка почвы была и остается одним из наиболее энергоемких и дорогих процессов в земледелии. По разным подсчетам сегодня в среднем на него приходится 40% энергетических и 25% трудовых затрат общего объема полевых работ. Современные требования к почвообрабатывающим орудиям требуют создания их на базе технологий, предусматривающих максимальную адаптацию к технологическому процессу с учетом конкретных почвенно-климатических условий работы. Основная цель при этом состоит в обеспечении необходимых показателей качества разрыхления, под которыми, прежде всего, понимают получение почвенных агрегатов определенного размера и улучшение технико-экономических результатов работы. Обеспечить получение на проектом этапе с достаточной долей вероятности именно необходимого размера агрегатов возможно при условии максимально полно разработанной математической модели взаимодействия рабочей поверхности орудия с обрабатываемой средой. Это, прежде всего, предполагает наличие математических моделей почвы и самого рабочего органа. Исследования базируются на методах физического и математического моделирования, сравнения. В качестве объекта исследования использовано плужное почвообрабатывающее орудие. Результаты расчетов параметров процесса взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих орудий с почвой обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA-5.0». В результате проведенного исследования установлена зависимость перемещения носка лемеха от начала движения до момента откалывания призмы почвы от характеристик обрабатываемой почвы и параметров рабочего органа почвообрабатывающего орудия.

Ключевые слова: почва, обработка, энергоемкость, почвообрабатывающие орудия, параметры, режим работы, моделирование

Для цитирования. Апажев Р. А., Шекихачев Ю. А. Исследование процесса взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих орудий с почвой // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова 2025. № 1(47). С. 41–47. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-41-47

Original article

Study of the process of interaction of working organs of soil cultivation tools with soil

Rasul A. Apazhev¹, Yuri A. Shekikhachev^{✉2}

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

¹apazhev97@mail.ru

^{✉2}shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

Abstract. Mechanical tillage along with crop rotation system, fertilization, crop protection from weeds, pests and diseases is one of the most important links in any farming system. At all times, tillage has been and remains one of the most energy-intensive and expensive processes in agriculture. According to various estimates, today it accounts for an average of 40% of energy and 25% of labor costs of the total volume of field work. Modern requirements for tillage implements require their creation on the basis of technologies that provide for maximum adaptation to the technological process, taking into account specific soil and climatic conditions of work. The main goal is to ensure the necessary indicators of the quality of loosening, which, first of all, mean obtaining soil aggregates of a certain size and improving the technical and economic results of the work. Ensuring the receipt of the required size of aggregates at the design stage with a sufficient degree of probability is possible under the condition of the most fully developed mathematical model of the interaction of the working surface of the tool with the processed environment. This, first of all, presupposes the presence of mathematical models of the soil and the working element itself. The studies are based on the methods of physical and mathematical modeling, comparison. A plow tillage implement was used as an object of study. The results of calculating the parameters of the process of interaction of the working elements of tillage implements with the soil were processed using the STATISTICA-5.0 software package. As a result of the conducted study, the dependence of the movement of the ploughshare tip from the start of the movement to the moment of breaking off the soil prism on the characteristics of the cultivated soil and the parameters of the working body of the tillage tool was established.

Keywords: soil, cultivation, energy intensity, tillage tools, parameters, operating mode, modeling

For citation. Apazhev R.A., Shekikhachev Yu.A. Study of the process of interaction of the working organs of soil cultivation tools with soil. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):41–47. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-41-47

Введение. Исследование почвообрабатывающих рабочих органов и машин на их основе представляет собой достаточно сложную задачу. Сложность аналитического исследования обусловлена прежде всего многофакторностью описываемых процессов и их вероятностным характером. Отсутствие четкой математической модели, в свою очередь, затрудняет расчет и проектирование машины. Как следствие, основная доля отработки конструктивных параметров приходится на полевые и лабораторные испытания [1–4].

Современные требования к почвообрабатывающим орудиям требуют создания их на базе технологий, предусматривающих максимальную адаптацию к технологическому процессу с учетом конкретных почвенно-

климатических условий работы. Основная цель при этом состоит в обеспечении необходимых показателей качества разрыхления, под которыми прежде всего понимают получение почвенных агрегатов определенного размера и улучшение технико-экономических результатов работы [5–10].

Обеспечить получение на проектном этапе с достаточной долей вероятности именно необходимого размера агрегатов возможно при условии максимально полно разработанной математической модели взаимодействия рабочей поверхности орудия с обрабатываемой средой. Это прежде всего предполагает наличие математических моделей почвы и самого рабочего органа [11].

Цель исследования – установление параметров процесса взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих орудий с почвой.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования базируются на методах физического и математического моделирования, сравнения. В качестве объекта исследования использовано плужное почвообрабатывающее орудие. Результаты расчетов параметров процесса взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих орудий с почвой обработаны с помощью пакета прикладных программ «STATISTICA-5.0».

Результаты исследования. Схематически процесс взаимодействия орудия произвольной геометрической формы с почвой можно разделить на три этапа:

- подрезка и отделение от общего массива слоя почвы;
- разрыхление отделенной части;
- укладка разрыхленного слоя.

Характер протекания указанных процессов зависит как от конструктивных и кинематических параметров орудия, так и от свойств обрабатываемой среды.

Практически любое почвообрабатывающее орудие можно представить как систему с определенным образом ориентированными в пространстве элементарными лемехами. Поэтому основные принципы взаимодействия с почвой такого лемеха можно при определенных условиях перенести на реальное орудие.

В процессе движения лемеха в почве образуются линии скалывания (трещины), которые распространяются вперед по ходу и бокам.

Продольно-вертикальная плоскость. На начальном этапе, когда образующееся лезвием силовое поле еще не рассеяно, действует закон наибольшего касательного напряжения, и линии скалывания удлиняются под углом $90^\circ + \varphi_1$, где φ_1 – угол внешнего трения. Далее, с увеличением расстояния от лезвия, силовое поле уменьшается, и действие угла внутреннего трения φ_2 становится приоритетным. Линия скалывания удлиняется под углом $90^\circ + \varphi_2$. Учитывая то, что коэффициент внешнего трения для почвы больше коэффициента внешнего трения по стали, картина отделения почвенных призм примет вид, приведенный на рисунке 1.

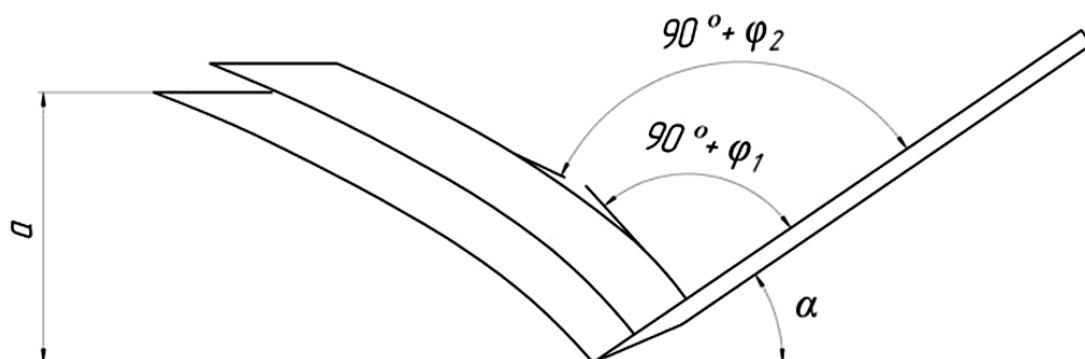


Рисунок 1. Теоретическое удлинение линий скалывания в продольно-вертикальной плоскости:
 a – глубина хода лемеха; α – угол атаки лемеха

Figure 1. Theoretical elongation of the shear lines in the longitudinal-vertical plane:
 a – depth of the ploughshare stroke; α – angle of attack of the ploughshare

Однако, как показала практика, поправкой, учитывающей начальный этап, можно пренебрегать и считать, что линия скалывания с самого начала удлиняется под углом $90^\circ + \varphi_2$ (рис. 2а).

Поперечно-вертикальная плоскость. Удлинение линий скалывания в этой плоскости

носит несколько иной характер. Отделение стружки от почвенного массива происходит под углом внутреннего трения к вертикали, но только до глубины, получившей название критической (рис. 2б).

Последующее углубление лемеха образует профиль новой формы (рис. 3).

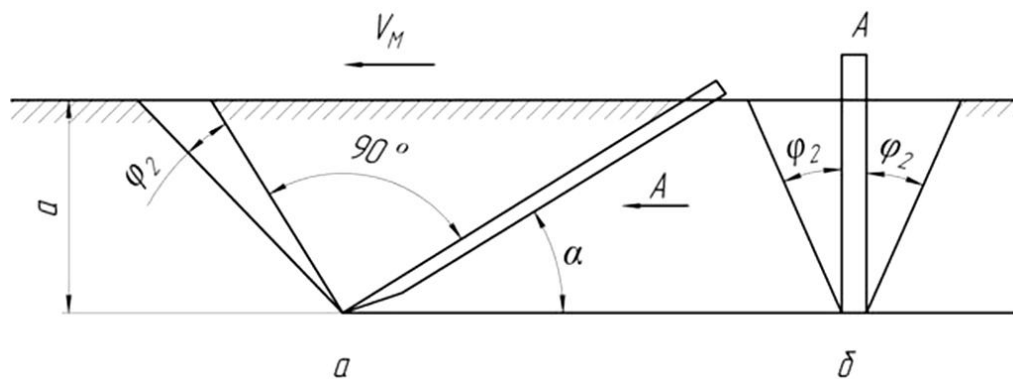


Рисунок 2. Удлинение линий скалывания в почве от элементарного лемеха
Figure 2. Extension of shear lines in soil from an elementary ploughshare

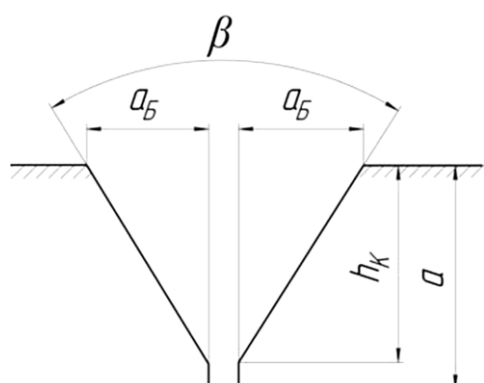


Рисунок 3. Профиль борозды в поперечно-вертикальной плоскости: a – глубина хода; h_k – критическая глубина; a_B – дальность удлинения в поперечно-вертикальной плоскости; β – угол распространения

Figure 3. Furrow profile in the transverse-vertical plane: a – depth of movement; h_k – critical depth; a_B – extension range in the transverse-vertical plane; β – propagation angle

Основные параметры профиля связаны между собой зависимостью:

$$h_k = \frac{a_B \cos(\beta - i + \varphi_1)}{\mu \cos\left(\frac{\beta - i + \varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)}, \quad (1)$$

где

i – угол заострения лезвия, град;
 $\mu = 0,95$.

Для определения расстояния между двумя последовательными линиями скалывания рассмотрим расчетную схему (рис. 4).

Первоначальное положение лемеха характеризуется точкой с координатами X_0, Y_0 и углом наклона лемеха α .

Вырежем по оси лемеха бесконечно тонкий слой почвы и рассмотрим физику происходящих процессов.

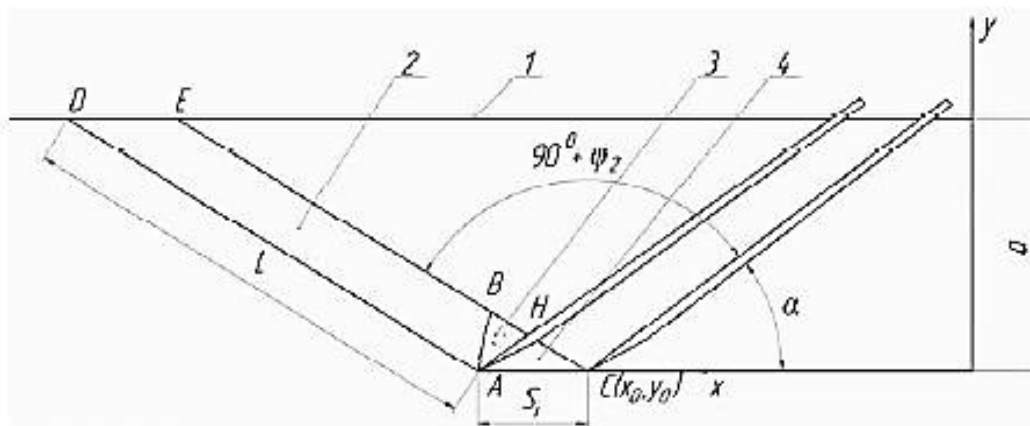


Рисунок 4. Расчетная схема для определения расстояния между двумя последовательными линиями скалывания: 1 – уровень поверхности почвы; 2 – зона упругой деформации; 3 – зона пластической деформации; 4 – изменяющийся участок

Figure 4. Calculation scheme for determining the distance between two consecutive shear lines: 1 – soil surface level; 2 – elastic deformation zone; 3 – plastic deformation zone; 4 – changing section

С началом движения сминается зона 4 почвы до момента скалывания, после чего начинается сдвиг сколотой части. Для удлинения линии скалывания нужно преодолеть силу сцепления частиц:

$$T_i = C_i F_c, \quad (2)$$

где

C_i – удельное сцепление частиц, кН/м²;

F_c – площадь скалывания, м²,

$$F_c = Ldz = \frac{a}{\cos(\alpha + \varphi_2)}, \quad (3)$$

где

L – длина линии скалывания, м;

dz – ширина вырезанного слоя почвы, м;

a – глубина обработки почвы, м;

φ_2 – угол внутреннего трения, град.

Сколотая призма почвы имеет две зоны: зону 3 пластической деформации и зону 2 упругой деформации. Скалывание происходит за счет высвобождения энергии упругой деформации, накопление энергии упругой деформации – за счет передачи усилия от лемеха в зону 2 через зону 3. С достаточной для расчетов точностью можно считать, что условие скалывания составит:

$$T_i = T_{ABH},$$

где

T_{ABH} – сила смятия участка ABH .

Сжатие участка AHC можно считать изотропным до момента скалывания и начала движения сколотой части. Процесс изотропного сжатия характеризуется модулем объемного сжатия:

$$K_V = \frac{\sigma}{\Delta V/V},$$

где

σ – напряжение, кН/м²;

ΔV – величина, на которую уменьшается объем среды, м³;

V – начальный объем среды, м³.

Модуль объемного смятия можно вычислить по формуле:

$$K_V = \frac{E}{3(1-2\nu)},$$

где

E – модуль упругости, Н/м²;

ν – коэффициент Пуассона.

Из расчетной схемы (рис. 4) по теореме синусов вычисляем, что:

$$AH = \frac{S_I \cos(\alpha + \varphi_2)}{\cos \varphi_2},$$

где

S_I – перемещение носка лемеха от начала движения до момента откалывания призмы почвы, м.

Образующееся напряжение по линии AB будет равно:

$$\sigma = \frac{T_I}{|AH|dz} = \frac{T_I \cos \varphi_2}{S_I \cos(\alpha + \varphi_2) dz}, \quad (4)$$

где

dz – толщина вырезанного слоя почвы, м.

С другой стороны, возникающее напряжение представим как:

$$\sigma = \frac{T_I}{|AH|dz} = \frac{T_I \cos \varphi_2}{S_I \cos(\alpha + \varphi_2) dz}, \quad (5)$$

где

$\varepsilon_V = \Delta V/V$ – коэффициент объемной деформации.

Подставив в уравнение (4) значения формул (2), (3) и (5), получаем, что:

$$K_V \varepsilon_V = \frac{a C_i \cos \varphi_2}{S_I \cos^2(\alpha + \varphi_2)}. \quad (6)$$

Окончательно получим:

$$S_I = \frac{a C_i \cos \varphi_2}{\cos^2(\alpha + \varphi_2) K_V \varepsilon_V}. \quad (7)$$

Вывод. В результате проведенного исследования установлена зависимость перемещения носка лемеха от начала движения до момента откалывания призмы почвы от характеристик обрабатываемой почвы и параметров рабочего органа почвообрабатывающего орудия.

Список литературы

1. Мисиров М. Х., Егожев А. А., Алиев Н. А. Обоснование конструктивных элементов рабочих органов почвообрабатывающих фрез // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 3(41). С. 113–122. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-3-41-113-122. EDN: IGDBTF
2. Мисиров М. Х., Егожев А. А. Некоторые особенности обработки почв режущим клином // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 130–137. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-130-137. EDN: LOYWPO
3. Апажев А. К., Егожев А. М., Егожев А. А. Обоснование конструктивно-технологических параметров рабочего органа фрезы для обработки почвы вокруг штамба дерева в условиях террасы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 2(36). С. 68–76. DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-68-76. EDN: WNHGRE
4. Шекихачева Л. З. Научно обоснованные принципы почвозащитной системы земледелия // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 4(34). С. 86–90. EDN: MNBAAL
5. Хажметова А. Л., Карданов Р. А., Хажметов Л. М. К вопросу совершенствования машин для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С. 89–94. EDN: PBNNCW
6. Апажев А. К., Шекихачев Ю. А., Хажметов Л. М. Рациональные параметры и режимы работы комбинированного почвообрабатывающего шлейфа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 2. С. 146–151. EDN: WCFZUP
7. Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров агрегата для обработки междурядий и приствольных полос плодовых насаждений / А. Л. Хажметова, А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов, А. Г. Фиапшев, В. С. Курасов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 151. С. 232–243. DOI: 10.21515/1990-4665-151-020. EDN: FBQERM
8. Оптимизация параметров и режимов работы фрезерного рабочего органа агрегата для обработки междурядий и приствольных полос плодовых насаждений / А. Л. Хажметова, А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов, А. Г. Фиапшев // АгроЭкоИнфо. 2019. № 3(37). С. 37. EDN: GEURAH
9. Оптимизация параметров и режимов работы пахотно-фрезерного агрегата по критерию минимума тягового сопротивления / Х. Х. Ашабоков, А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов, А. Г. Фиапшев // АгроЭкоИнфо. 2019. № 2 (36). С. 32. EDN: ERCQEK
10. Оптимизация параметров и режимов работы фрезерного рабочего органа агрегата для обработки междурядий и приствольных полос плодовых насаждений / А. Л. Хажметова, А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов, А. Г. Фиапшев, В. С. Курасов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 153. С. 159–169. DOI: 10.21515/1990-4665-153-018. EDN: LBSJWW
11. Моделирование процесса работы агрегата для обработки междурядий и приствольных полос плодовых насаждений / А. Л. Хажметова, А. К. Апажев, Ю. А. Шекихачев, Л. М. Хажметов, А. Г. Фиапшев // АгроЭкоИнфо. 2019. № 2 (36). С. 29. EDN: OEGCIR

References

1. Misirov M.Kh., Egozhev A.A., Aliev N.A. Justification of the structural elements of the working bodies of the tilling cutter. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;3(41):113–122. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-3-41-113-122. EDN: IGDBTF
2. Misirov M.H., Egozhev A.A. Some features of soil cultivation with a cutting wedge. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;3(37):130–137. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-3-37-130-137. EDN: LOYWPO
3. Apazhev A.K., Egozhev A.M., Egozhev A.A. Substantiation of the design and technological parameters of the working body of the cutter for tillage around the tree stem in a terrace. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;2 (36):68–76. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2022-2-36-68-76. EDN: WNHGRE
4. Shekihacheva L.Z. Scientifically based principles of soil protection system of agriculture. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;4(34):86–90. (In Russ.). EDN: MNBAAL

5. Khazhmetova A.L., Kardanov R.A., Khazhmetov L.M. The issue of improving machines for processing trunk strips of fruit plantations in terrace gardening. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):89–94. (In Russ.). EDN: PBNNCW

6. Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A., Khazhmetov L.M. Rational parameters and operating modes of the combined soil-cultivating planer. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2016;53(2):146–151. (In Russ.). EDN: WCFZUP

7. Khazhmetova A.L., Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Fiapshev A.G., Kurasov V.S. Theoretical justification of constructive and regime parameters of the unit for processing of row-spacings and trunk strips of fruit plantings. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2019;(151):232–243. (In Russ.). DOI: 10.21515/1990-4665-151-020. EDN: FBQERM

8. Khazhmetova A.L., Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Fiapshev A.G. Optimizacija parametrov i rezhimov raboty frezernogo rabocheho organa agregata dlja obrabotki mezhdurjadij i pristvol'nyh polos plodovyh nasazhdenij. *AgroEkoInfo*. 2019;3(37):37. (In Russ.). EDN: GEURAH

9. Ashabokov Kh.Kh., Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Fiapshev A.G. Optimizacija parametrov i rezhimov raboty pahotno-frezernogo agregata po kriteriju minimuma tjagovogo soprotivlenija. *AgroEkoInfo*. 2019;2(36):32. (In Russ.). EDN: ERCQEK

10. Khazhmetova A.L., Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Fiapshev A.G., Kurasov V.S. Optimization of parameters and working hours of milling working body of the unit for processing of row-spacings and space around fruit plantings. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2019;(153):159–169. (In Russ.). DOI: 10.21515/1990-4665-153-018. EDN: LBSJWW

11. Khazhmetova A.L., Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A., Khazhmetov L.M., Fiapshev A.G. Modelirovanie processa raboty agregata dlja obrabotki mezhdurjadiy i pristvol'nyh polos plodovyh nasazhdenij. *AgroEkoInfo*. 2019;2(36):29. (In Russ.). EDN: OEGCIR

Сведения об авторах

Апажев Расул Алимович – 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

Rasul A. Apazhev – Postgraduate student of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Yuri A. Shekihachev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4107-1360, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

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

Статья поступила в редакцию 11.02.2025;
одобрена после рецензирования 28.02.2025;
принята к публикации 10.03.2025.

The article was submitted 11.02.2025;
approved after reviewing 28.02.2025;
accepted for publication 10.03.2025.

Научная статья
УДК 631.3(470.64)
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-48-56

Оперативное обоснование зональных рекомендаций по эффективному использованию машинно-тракторных агрегатов (МТА) в условиях КБР

Руслан Асланбиевич Балкаров^{✉1}, Вячеслав Барасбиевич Дзуганов²

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

^{✉1}rus.balkarov.52@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8946-7867>

²dzuganovv55@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4286-1733>

Аннотация. В статье предлагается достаточно простой метод решения задач агрегатирования с использованием только типовой нормативной и справочной информации. На основании этого метода можно оперативно разрабатывать соответствующие рекомендации еще до начала широкой производственной эксплуатации новых тракторов. На первом этапе проводится исследование на примере тяговых агрегатов, наиболее распространенных и сложных с точки зрения их комплектования. Упрощение предлагаемой методики достигается путем последовательного исследования МТА на двух математических моделях. Первая модель характеризует функционирование агрегата в конкретных естественно-производственных условиях. Для этой модели составляется математическое выражение критерия оптимальности и определяется соответствующая мощность трактора, которая может быть реализована с наибольшей эффективностью. С учетом особенностей выполнения технологического процесса в заданных условиях выбирается тип и конкретная марка трактора. Вторая модель характеризуется взаимодействием движителя трактора с почвой и рабочих органов орудия с обрабатываемой средой при рабочем ходе агрегата. Данная модель с учетом агротехнических требований позволяет определять значения ширины захвата и скорости, при которых удельная чистая производительность (в расчете на единицу мощности) будет наибольшей, а энергозатраты – наименьшими. Апробация методики проводилась на примере обоснования пахотного агрегата для условий Кабардино-Балкарской Республики. Предлагаемая методика позволяет в наглядной и доступной форме разрабатывать рекомендации по эффективному использованию агрегатов в конкретных условиях работы.

Ключевые слова: оперативная разработка, зональные рекомендации, эффективность использования МТА, методика оптимизации, эксплуатационные параметры МТА

Для цитирования. Балкаров Р. А., Дзуганов В. Б. Оперативное обоснование зональных рекомендаций по эффективному использованию машинно-тракторных агрегатов (МТА) в условиях КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 48–56. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-48-56

Original article

Operational substantiation of zonal recommendations for the efficient use of machine-tractor units (MTU) in the conditions of the KBR

Ruslan A. Balkarov^{✉1}, Vyacheslav B. Dzukanov²

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

^{✉1}rus.balkarov.52@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8946-7867>

²dzuganovv55@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4286-1733>

Abstract. The article proposes a fairly simple method for solving aggregation problems using only typical regulatory and reference information. Based on this method, it is possible to quickly develop relevant recommendations even before the start of wide industrial operation of new tractors. At the first stage, a study is carried out using the example of traction units, the most common and complex in terms of their assembly. The proposed methodology is simplified by sequentially studying the MTA on two mathematical models. The first model characterizes the functioning of the unit in these natural production conditions. For this model, a mathematical expression of the optimality criterion is compiled and the corresponding tractor power is determined, which can be realized with the greatest efficiency. Taking into account the features of the technological process in the specified conditions, the type and specific brand of the tractor are selected. The second model is characterized by the interaction of the tractor mover with the soil and the working bodies of the implement with the processed environment during the working stroke of the unit. This model, taking into account agrotechnical requirements, allows determining the values of capture width and speed, at which the specific net productivity (per unit of power) will be the highest or energy costs will be the lowest. The methodology was tested using the example of substantiating a plowing unit for the conditions of the Kabardino-Balkarian Republic. The proposed methodology allows developing recommendations for the effective use of units in specific working conditions in a visual and accessible form.

Keywords: operational development, zonal recommendations, efficiency of using MTA, optimization methodology, operational parameters of MTA

For citation. Balkarov R.A., Dzuganov V.B. Operational substantiation of zonal recommendations for the efficient use of machine-tractor units (MTU) in the conditions of the KBR. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):48–56. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-48-56

Введение. Одним из важнейших условий получения эффекта от применения новых тракторов с первых дней эксплуатации является оперативная разработка рекомендаций по их рациональному агрегатированию с учетом конкретных зональных условий работы. Основным препятствием на пути решения такой задачи остается отсутствие доступных для инженера методов оптимизации эксплуатационных параметров МТА. Известные в этой области методики [1–3] основаны на проведении большого объема специальных экспериментальных исследований и применении сложной вычислительной техники.

В статье предлагается достаточно простой метод решения задач агрегатирования с использованием только типовой нормативной и справочной информации. На основании этого метода можно оперативно разрабатывать соответствующие рекомендации еще до начала широкой производственной эксплуатации новых тракторов. На первом этапе исследование проводится на примере тяговых агрегатов, наиболее распространенных и сложных с точки зрения их комплектования.

Упрощение предлагаемой методики достигнуто путем последовательного исследования МТА на двух математических моделях.

Цель исследования – разработка методики оперативного обоснования рекомендаций по повышению эффективности использования машинно-тракторных агрегатов с учетом конкретных зональных условий работы.

Материалы, методы и объекты исследования. Работа проводилась с использованием методов исследования операций, поиска экстремума, теории вероятностей, динамики машинных агрегатов, включая МТА, также типовой нормативной и справочной информации. Объекты исследования – основные типы машинно-тракторных агрегатов для основной обработки почвы.

Результаты исследования. Первая модель характеризует функционирование агрегата в конкретных естественно-производственных условиях. Для этой модели составляем математическое выражение критерия оптимальности и определяем соответствующую мощность трактора, которая может быть реализована с наибольшей эффективностью. Далее, с учетом особенностей выполнения технологического процесса в заданных условиях, выбираем тип и конкретную марку трактора.

Вторая модель характеризует взаимодействие двигателя трактора с почвой и рабо-

чих органов орудия с обрабатываемой средой при рабочем ходе агрегата. Из этой модели с учетом агротехнических требований определяем такие значения ширины захвата и скорости, при которых удельная чистая производительность (в расчете на единицу мощности) будет наибольшей или энергозатраты – наименьшими. Апробацию методики проведем на примере обоснования пахотного агрегата для условий Кабардино-Балкарской Республики.

Одним из возможных критериев оптимальности в пределах первой модели служит максимум производительности агрегата [4–6], т. е:

$$W = \Pi\tau = \frac{h\Pi - a_{\Pi}\Pi^2}{1+k_c\Pi} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где

W и $\Pi = Vv$ – эксплуатационная и чистая производительность, м²/с;

τ – коэффициент использования времени смены;

B – ширина захвата агрегата, м;

v – скорость движения, м/с;

h, a_{Π}, k_c – коэффициенты, характеризующие конструктивные особенности и естественно-производственные условия работы агрегата [5, 7] (для пахотных агрегатов при длине гона 400–600 м, характерной для Кабардино-Балкарской Республики: $h = 0,98$; $a_{\Pi} = 0,007546$; $k_c = 0,03433$).

Согласно [7], производительность W_{ϕ} агрегата для местных условий равна произведению производительности W в типовых условиях на постоянный обобщенный поправочный коэффициент, т. е. $W_{\phi} = Wm_0$, поэтому вышеприведенные значения h, a_{Π}, k_c будут справедливы для любых условий вспашки при данной длине гона. Следовательно, в этом случае для условий $W \rightarrow \max$ или $W_{\phi} \rightarrow \max$ будет одно и то же оптимальное значение параметра Π , не зависящее от m_0 :

$$\Pi_{opt} = \frac{1}{k_c} \left(\sqrt{1 + \frac{hk_c}{a_{\Pi}}} - 1 \right). \quad (2)$$

Рассматриваемым условиям вспашки соответствует $\Pi_{opt} = 38,926$ м²/с. Аналогичным образом решается задача при любой другой длине гона. Потребную эффективную мощ-

ность двигателя для реализации Π_{opt} определяем из равенства:

$$N_{ow} = k_a \frac{\Pi_{opt}}{\eta_T}, \quad (3)$$

где

N_{ow} – потребная эффективная мощность двигателя, Вт;

k_a – удельное тяговое сопротивление агрегата, Н/м;

η_T – тяговый КПД трактора.

Точность исходной информации в пределах первой модели такова, что при расчетах для k_a и η_T принимаем постоянными средние их значения на каждой операции в заданных условиях. Например, для условий Кабардино-Балкарской Республики при среднем угле склона полей $\alpha = 2,005^\circ$, удельном сопротивлении плугов $k_o = 52$ кПа и глубине вспашки 0,22 м получим $k_a = 11,62$ кН/м. Среднее значение $\eta_T = 0,70$ для возможных типов тракторов приняли на основании справочных данных [8–10]. Указанным условиям из (3) соответствует потребная оптимальная мощность $N_{ow} = 646,171$ кВт. Если принять коэффициент использования мощности двигателя $k_N = 0,9$, то потребная номинальная мощность $N_{hw} = \frac{N_{ow}}{k_N} = 717,968$ кВт.

Для окончательного обоснования мощности и выбора конкретного трактора необходимо рассмотреть в качестве критерия также приведенные затраты $C_{\Pi} \rightarrow \min$. Это связано с тем, что, как будет показано в дальнейшем, агрегат, составленный только на основании $W \rightarrow \max$, отличается повышенным C_{Π} .

Один из элементов приведенных затрат – расход топлива на единицу наработки, определяемый из известного равенства:

$$\theta = \frac{G_p T_p}{T_{cm}} \left(1 + \frac{G_{xa} T_{xa} + G_{xd} T_{xd}}{G_p T_p} \right),$$

которое для удобства последующих расчетов представим в виде:

$$\frac{\theta W}{G_p} = \tau \left(1 + \frac{G_{xa} T_{xa} + G_{xd} T_{xd}}{G_p T_p} \right), \quad (4)$$

где

θ – расход топлива на единицу наработки, кг/м²;

G_p, G_{xa}, G_{xd} – соответственно расход топлива при рабочем и холостом ходе агрегата и холостом ходе двигателя, кг/с;

T_p, T_{xa}, T_{xd} – продолжительность работы на указанных режимах, с.

Поскольку с увеличением Π значение τ в соответствии с (1) уменьшается, а сумма в правой части (4) возрастает, то можно предположить, что соотношение (4) в пределах выбранной длины гона будет почти неизменным. Тогда:

$$\frac{\theta W_{cm}}{G_p T_{cm}} = \frac{\theta W}{G_p} = v_\theta \approx const. \quad (5)$$

Проверка по [7] показала, что отклонение от среднего значения не превышает 10% в пределах любой длины гона. Для рассматриваемого примера пахотных агрегатов $v_\theta = 0,82$. При известном v_θ , учитывая $G_p = N g_e$ (1) и (3), величину θ можно выразить в функции Π , т. е.:

$$\theta = G_p v_\theta / W = (\Pi k_a g_e v_\theta) / \eta_T W, \quad (6)$$

где

g_e – удельный расход топлива двигателем, кг/Дж.

Денежные затраты на топливо и смазочные материалы C_θ определяем, используя комплексную цену Π_{tc} топлива ($\Pi_{tc} = 61,341$ руб. за 1 кг), из равенства:

$$C_\theta = \theta \Pi_{tc} = \frac{\Pi k_a g_e v_\theta}{\eta_T W} \Pi_{tc}. \quad (7)$$

Балансовые цены трактора Π_T и машин Π_M при расчете приведенных затрат определяем из статистических зависимостей:

$$\Pi_T = \beta_T (p_T N_H + c_T), \quad (8)$$

$$\Pi_M = \beta_M (p_M \Pi_H + c_M), \quad (9)$$

где

Π_H – номинальное значение Π по технической характеристике машины, M^2/c ;

β_T, β_M – коэффициенты, учитывающие дополнительные затраты, связанные с доставкой и досборкой машин;

p_T, p_M, c_T, c_M – статистические коэффициенты.

Соотношение между Π_H и Π характеризуется коэффициентом использования номинальной чистой производительности $k_\Pi = \Pi / \Pi_H$. При наличии в агрегате сцепки ее балансовую цену Π_c целесообразно выразить в долях балансовой цены агрегируемых с ней машин $\Pi_c = e_c \cdot \Pi_M$. Значение e_c для различных типов агрегатов определя-

ем на основании статистических данных. Для современных тракторов и плугов имеем: $p_T = 0,0676$; $c_T = -394,540$; $p_M = 64$; $c_M = -12$; $k_\Pi = 0,90$; $e_c = 0$. Принимаем $\beta_T = \beta_M = 1,1$. Расходы на зарплату определяем с учетом числа n_T трактористов-машинистов и n_B вспомогательных рабочих на агрегате из равенства:

$$C_3 = \frac{(n_T e_T \mu_T + n_B e_B)}{W}, \quad (10)$$

где

e_T, e_B – тарифные ставки тракториста и вспомогательного рабочего, руб./с;

μ_T – коэффициент, учитывающий надбавку за классность и стаж работы.

Другие возможные надбавки к зарплате не поддаются предварительному учету и в каждом конкретном случае могут быть рассмотрены отдельно. Тарифный разряд работы зависит от класса трактора и соответствующей номинальной мощности N_H , поэтому приближенно можно принять $e_T = e_0 + \varepsilon_T N_H$, а n_B в общем случае определяем в виде линейной $n_B = a_B + d_B \Pi_H$. Тогда равенство (10) примет вид:

$$C_3 = \left[n_T \mu_T \left(e_0 + \varepsilon_T \frac{\Pi k_a}{k_N \eta_T} \right) + e_0 \left(a_B + d_B \frac{\Pi}{k_\Pi} \right) \right] W^{-1}. \quad (11)$$

Для рассматриваемого случая пахотных агрегатов получено: $n_T = 1$; $n_B = 0$; $\mu_T = 1,18$; $e_0 = 0,213 \cdot 10^{-3}$; $\varepsilon_T = 0,329 \cdot 10^{-9}$.

В результате с учетом (1), (3), (7), (8), (9), (11) приведенные затраты как критерий оптимальности выражаем в функции параметра Π , т. е.:

$$C_\Pi = \frac{(A_c \Pi + B_c)}{W} \rightarrow \min, \quad (12)$$

где

$$A_c = \frac{\beta_T p_T k_a (a_T + E)}{k_N \eta_T T_T} + \frac{\beta_M p_M (a_M + E)}{k_\Pi T_M} + \frac{e_c \beta_M p_M (a_c + E)}{k_\Pi T_c} + \frac{n_T \varepsilon_T k_a \mu_T}{\eta_T k_N} + \frac{e_B d_B}{k_\Pi} + \frac{k_a g_e v_\theta \Pi_{tc}}{\eta_T};$$

$$B_c = \frac{\beta_T c_T k_a (a_T + E)}{T_T} + \frac{\beta_M c_M (a_M + E)}{T_M} + \frac{e_c \beta_M p_M (a_c + E)}{T_c} + n_T e_0 k_a \mu_T + e_B a_B,$$

a_T, a_M, a_C, a_B – суммарные нормы годовых отчислений на реновацию, ремонт, техническое обслуживание и хранение;

E – коэффициент эффективности капиталовложений ($E = 0,15$);

T_T, T_M, T_C – годовая нагрузка соответственно трактора, машин и сцепки, с.

Оптимальное значение параметра Π определяем из равенства:

$$\Pi_{оп} = \frac{1}{k_c \beta} \left(\sqrt{1 + \frac{h k_c}{a_{\Pi}} \beta} - 1 \right), \quad (13)$$

$$\beta = 1 + \frac{A_c}{B_c} \left(\frac{1}{k_c} + \frac{h}{a_{\Pi}} \right).$$

Полученная форма решения – общая и для других возможных технико-экономических критериев [5], а равенство (2) – частный случай при $\beta = 1$. Так как $C_{пф} = C_{\Pi} / m_0$,

то по аналогии с (2) также не зависит от m_0 . На основании ранее приведенных данных для пахотных агрегатов имеем: $A_c = 0,266 \cdot 10^{-3}$; $B_c = 0,198 \cdot 10^{-3}$, которым соответствует $\Pi_{оп} = 4,065 \text{ м}^2/\text{с}$ (при $N_{оп} = 67,479 \text{ кВт}$ и $N_{пп} = 74,976 \text{ кВт}$). Значения $\Pi_{оп}$ и $N_{оп}$ по минимуму прямых эксплуатационных затрат при необходимости можно получить в виде частного случая, если при вычислении A_c и B_c принять $E = 0$. Найденные по двум важнейшим в условиях сельскохозяйственного производства критериям $W \rightarrow \max$ и $C_{\Pi} \rightarrow \min$ оптимальные мощности N_w и $N_{пп}$ имеют почти десятикратное расхождение. Имеют различие и полученные при этом производительность и приведенные затраты. Так, для вспашки по критерию $W \rightarrow \max$ имеем: $W_{max} = 4,116 \text{ га/ч}$, $C_{пw} = 1478 \text{ руб. на 1 га}$, а при $C_{\Pi} \rightarrow \min$ соответственно $W_{\Pi} = 1,219 \text{ га/ч}$ и $C_{\Pi min} = 605,52 \text{ руб. на 1 га}$.

Специфические особенности сельскохозяйственного производства, особенно в условиях Кабардино-Балкарской Республики и всей Северо-Кавказской зоны, диктуют необходимость применения высокопроизводительных агрегатов, но затраты при этом не должны выходить за допустимые пределы. Результаты по обоим критериям не удовлетворяют указанному основному требованию, так как при $W \rightarrow \max$ слишком велики затраты, а при $C_{\Pi} \rightarrow \min$ получаем сравнительно малопродуктивные агрегаты. Эти отрицательные стороны оптимизации по од-

ному критерию можно существенно сгладить применением различных компромиссных решений, рассматриваемых в [11, 12].

Наиболее приемлемо следующее. Задаем производительностью $W_{\kappa} = v_w W_{max}$, которая меньше W_{max} на допустимую в данных условиях величину ($v_w < 1$). Затем определяем соответствующие значения $\Pi_{\kappa w}$ из (2) и $N_{\kappa w}$ из (3), при которых приведенные затраты $C_{п\kappa w}$ будут значительно меньше по сравнению с $C_{пw}$ при W_{max} . Аналогично можно задаться значением $C_{п\kappa} = v_{\Pi} C_{\Pi min}$, большим $C_{\Pi min}$, ($v_w < 1$), после чего и определить величины $\Pi_{\kappa \Pi}$ и $N_{\kappa \Pi}$ из (12) и (3), при которых производительность $W_{\kappa \Pi}$ будет намного выше W_{Π} . Так как (1) и (12) в области экстремума имеют пологий характер [5], то ценой сравнительно небольших отступлений от W_{max} и $C_{\Pi min}$, можно добиться значительных результатов. Например, для вспашки при $v_w = 0,95$ имеем: $\Pi_{\kappa w} = 26,861 \text{ м}^2/\text{с}$; $N_{\kappa w} = 445,892 \text{ кВт}$; $C_{п\kappa w} = 1084,32 \text{ руб. на 1 га}$. Следовательно, в результате компромиссного решения получим агрегат, у которого производительность всего на 5% меньше, чем W_{max} , а приведенные затраты при этом сократились на 26,67% по сравнению с $C_{пw} = 1478 \text{ руб. на 1 га}$. Если задаться пятипроцентным увеличением $C_{\Pi min}$ ($v_{\Pi} = 1,05$), то получим агрегат с параметрами $\Pi_{\kappa \Pi} = 7,333 \text{ м}^2/\text{с}$, $N_{\kappa \Pi} = 121,727 \text{ кВт}$ и производительностью $W_{\kappa \Pi} = 1,950 \text{ га/ч}$. Таким образом можно добиться повышения производительности у нового агрегата по сравнению с $W_{\Pi} = 1,219 \text{ га/ч}$ при $C_{\Pi min}$ на 59,95%.

Приведенные данные показывают, что на основании компромиссного решения удастся обосновать выбор более рациональных с производственной точки зрения агрегатов, обладающих высокой производительностью при приемлемом контролируемом уровне затрат. Значения v_w и v_{Π} при этом следует подбирать с учетом конкретных условий работы в каждой зоне. Аналогичные решения при необходимости могут быть выполнены на базе других возможных критериев оптимальности, рассмотренных в [5, 6]. Если в рассматриваемом примере выбор пахотных агрегатов осуществить по компромиссному решению при условии $1 \leq v_{\Pi} \leq 1,05$, то учитывая $N_{\kappa \Pi} = 121,727 \text{ кВт}$, для вспашки в Кабардино-

Балкарской Республике нужно рекомендовать трактор Т-150К с $N_H = 121,320$ кВт.

Во второй модели, как указывалось ранее, с учетом агротехнических требований определяем оптимальную ширину захвата и скорость движения агрегата, составленного на базе выбранного трактора по критерию:

$$W_N = \frac{\Pi}{N} = \frac{\Pi}{N_H k_N} \rightarrow \max, \quad (14)$$

где

W_N – удельная чистая производительность агрегата, $m^2/(с \cdot Вт)$.

На основании формул (3) и (14) можно написать:

$$W_N = \frac{\eta_T}{k_{av}} \rightarrow \max, \quad (15)$$

где

k_{av} – удельное сопротивление агрегата, учитывающее влияние скорости, Н/м.

Критерии (14) или (15) равносильны минимуму энергозатрат при рабочем ходе, т. е.

$$E_{\Pi} = \frac{N}{\Pi} = \frac{k_{av}}{\eta_T} \rightarrow \min.$$

В пределах точности рассматриваемого исследования для кг можно ограничиться линейной зависимостью $k_{av} = k + k_1 v$. Тогда (15) примет вид:

$$W_N = \frac{\eta_T}{k + k_1(1 - \delta)v_T} \rightarrow \max. \quad (16)$$

Максимум тягового КПД ($\eta_T \rightarrow \max$), как следует из (16), представляет собой частный случай критерия $W_N \rightarrow \max$ при $k_1 = 0$ и $k_a = \text{const}$. Буксование δ и η_T на основании [4] определяем из равенств:

$$\delta = \frac{a\varphi}{b\varphi_m - \varphi} = \frac{a(\Pi_T k_N \eta_T - \psi)}{\lambda b\varphi_m + \psi - \Pi_T k_N \eta_T}; \quad (17)$$

$$\eta_T = \eta_M(1 - \delta) \left(\frac{\psi}{\Pi_T k_N \eta_M} \right). \quad (18)$$

где

a, b – эмпирические коэффициенты;

$\varphi = P_{кр} f G \lambda$;

φ_m – коэффициент использования сцепного веса трактора и его максимальное значение;

$P_{кр}, G$ – тяговое усилие и эксплуатационный вес трактора, Н;

λ – доля G , воспринимаемая ведущими колесами;

η_M, f – КПД трансмиссии и коэффициент сопротивления качению;

$$\psi = f \cos \alpha \pm \sin \alpha, \Pi_T = \frac{N_H}{G v_T};$$

v_T – теоретическая скорость, м/с.

Подставив значения δ и η_T в (16), определим:

$$v_{T \text{ opt}} = c + \sqrt{c^2 - d}, \quad (19)$$

где

$$c = \frac{\psi + \Theta_{\varepsilon_K} (1+a) k_N \eta_M}{\varepsilon_K [\lambda b \varphi_m + \psi (1+a)] + \frac{\psi (\lambda b \varphi_m + \psi)}{\Theta k_N \eta_M}};$$

$$d = \left(2 + \frac{1}{a} \right) \psi - \lambda b \varphi_m - \psi + \Theta \varepsilon_K a k_N \eta_M \left(1 + \frac{1}{a} \right)^2 \times$$

$$\times \left\{ \frac{\varepsilon_K [\lambda b \varphi_m + \psi (1+a)]^2}{\Theta \varepsilon_K a k_N \eta_M} + \frac{\psi (\lambda b \varphi_m + \psi) [\lambda b \varphi_m + \psi (1+a)]}{\Theta^2 a k_N^2 \eta_M^2} \right\}^{-1}$$

$$\Theta = \frac{N_H}{G}; \quad \varepsilon_K = \frac{k_1}{k}.$$

По $v_{T \text{ opt}}$ определяем $\Pi_{T \text{ opt}} = \frac{N_H}{G v_{T \text{ opt}}}$, соответствующее буксование δ_0 из (17) и оптимальную рабочую скорость агрегата $v_{opt} = v_{T \text{ opt}} (1 - \delta_0)$. При исследованиях по критерию (16) с учетом (19) могут быть рассчитаны оптимальные сочетания скорости и энергонасыщенности ($\Theta_M = \frac{N_H}{M}$) в расчете на единицу массы M трактора. Оптимальную ширину захвата агрегата определяем по известным $v_{opt} = v_{T \text{ opt}}$ из равенства:

$$B_{opt} = \frac{(N_H k_N \eta_M) - G \psi}{k + k_1 v_{opt}}. \quad (20)$$

Если при $v_{opt}, v_{T \text{ opt}}$ и B_{opt} буксование δ_0 превышает агротехнические пределы, то необходимо, задаваясь допустимым значением $\delta = \delta_0$, определить из (17) допустимую скорость:

$$v_{Td} = \frac{\Theta \eta_M k_N (\delta_d + a)}{\delta_d (\lambda b \varphi_m + \psi) + a \psi}. \quad (21)$$

После этого при $v_d = v_{Td} (1 - \delta_d)$ рассчитываем соответствующую ширину захвата по формуле (20). Покажем численное решение второй модели на примере ранее рассмот-

ренного пахотного агрегата с трактором Т-150К. В соответствии с условиями работы определены: $\lambda = 0,99$; $\psi = 0,12$; $k = 9057,87$; $k_1 = 1830,40$; $\Theta = 1,59$; $\eta_m = 0,88$. Коэффициенты $a = 0,134$, $b = 1,265$, $\varphi_m = 0,67$ для тракторов с колесной формулой 4Х4 на стерне рассчитаны с помощью обобщенных кривых буксования [13] по (17). Критерию $W_N \rightarrow \max$ из (19) соответствует оптимальная теоретическая скорость $v_{t\ opt} = 2,04$ м/с и буксование $\delta_0 = 0,186$. Полученное δ_0 превышает допустимый предел $\delta_d = 0,15$, поэтому оптимальный режим работы агрегата при $v_{t\ opt}$ не может быть реализован. В связи с этим определяем рациональный режим работы, при котором имеем наибольшее возможное значение функции (16) при ограничениях $\delta = \delta_d$.

Из формулы (21) при $\delta = \delta_d = 0,15$ определяем $v_{dt} = 2,20$ м/с и выбираем ближайшую передачу трактора Т-150К при условии $v_{tr} \geq v_{dt}$. Этому условию соответствует первая передача при $v_{tr} = 2,36$ м/с. Подста-

вив v_{tr} в формулу (17), определим $\delta = 0,123$, а затем $v = (1 - \delta) v_{tr} = 2,07$ м/с. Рациональную ширину захвата ($B_p = 2,40$ м) определяем из (20) с учетом v_{tr} и v . Этой ширине захвата соответствует плуг ПЛП-6-35.

Фактический коэффициент использования номинальной мощности двигателя $k_N = 0,80$ определяем из формулы (21). Следовательно, при рассмотренных условиях компромиссного решения наиболее эффективным пахотным агрегатом для Кабардино-Балкарской Республики будет Т-150К + ПЛП-6-35, работающий на первой передаче со скоростью 2,07 м/с. При этом приведенные затраты не превышают минимальные более чем на 5%.

Вывод. На основе проведенного исследования можно утверждать, что предлагаемая методика позволяет в наглядной и доступной форме разрабатывать рекомендации по эффективному использованию агрегатов в конкретных условиях работы.

Список литературы

1. Методические указания о порядке разработки, согласования и утверждения исходных требований на сельскохозяйственную технику. Москва: ВИМ, 1988. 160 с. EDN: VJVMQZ
2. Скороходов А. Н., Дидманидзе Р. Н. Методы повышения надежности и эффективности работы технологических комплексов: учеб. пособие для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Агроинженерия». Москва: УМЦ «Триада», 2015. 126 с. ISBN 978-5-9546-0104-6
3. Моделирование и оптимизация технологических процессов в растениеводстве: практикум. Ч. 2 / А. Н. Скороходов, А. Г. Левшин, В. П. Уваров [и др.]. Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. 145 с. EDN: CRXEFB
4. Зангиев А. А. К вопросу оптимизации параметров МТА по производительности // Тр. МИИСП, 1975. Т. 12. Ч. 1. Вып. 2. С. 112–118.
5. Зангиев А. А., Лышко Г. П., Скороходов А. Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва: Колос, 1996. 320 с. ISBN 5-10-002861-0
6. Скороходов А. Н., Левшин А. Г. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва: БИБИКОМ; ТРАНСЛОГ, 2017. 478 с. ISBN 978-5-905563-66-9. EDN: WWONWA
7. Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные механизированные работы от 01.01.2006. Ч. I и II [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/420270203?section=text> (дата обращения 05.02.2024)
8. Иофинов С. А., Бабенко Э. Л., Зуев Ю. А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка. Москва: Агропромиздат, 1985. 272 с.
9. Сергеева З. В., Химченко Г. Т. Справочник нормировщика. Москва: Россельхозиздат, 1983. 367 с.
10. Справочник по скоростной сельскохозяйственной технике / А. Я. Поляк, А. Д. Щупак, Н. М. Антышев [и др.]. Москва: Колос, 1983. 287 с.
11. Завалишин Ф. С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве. Москва: Колос, 1973. 319 с.
12. Нормы и нормативы для планирования механизации и электрификации в отраслях АПК / Под ред. А. И. Иевлева. Москва: Агропромиздат, 1988. 590 с.
13. Колобов Г. Г., Парфенов А. П. Тяговые характеристики тракторов. Москва: Машиностроение, 1972. 153 с.

References

1. *Metodicheskie ukazaniya o porjadke razrabotki, soglasovaniya i utverzhdeniya ishodnyh trebovanij na sel'skhozajstvennuju tehniku* [Guidelines on the procedure for developing, coordinating and approving initial requirements for agricultural machinery]. Moscow: VIM, 1988. 160 p. (In Russ.). EDN: VJBMQZ
2. Skorokhodov A.N., Didmanidze R.N. *Metody povysheniya nadezhnosti i jeffektivnosti raboty tehnologicheskikh kompleksov: ucheb. posobie dlja bakalavrov i magistrrov, obuchajushhihsja po napravleniju "Agroinzheneriya"* [Methods of increasing the reliability and efficiency of technological complexes: a textbook for bachelors and masters studying in the field of "Agroengineering"]. Moscow: UMC "Triada", 2015. 126 p. ISBN 978-5-9546-0104-6. (In Russ.)
3. Skorokhodov A.N., Levshin A.G., Uvarov V.P. [et al.]. *Modelirovanie i optimizacija tehnologicheskikh processov v rastenievodstve: praktikum. Chast' 2* [Modeling and optimization of technological processes in crop production: workshop. Pt 2.]. Moscow: RGAU-MSHA im. K.A. Timirjazeva, 2013. 145 p. (In Russ.). EDN: CRXEFB
4. Zangiev A.A. K voprosu optimizacii parametrov mashinno-traktornyh agregatov. *Tr. MIISP*. 1975; 12(2, Pt 1):112–118. (In Russ.)
5. Zangiev A.A., Lyshko G.P., Skorokhodov A.N. *Proizvodstvennaja jekspluacija mashinno-traktornogo parka* [Industrial operation of the machine and tractor fleet]. Moscow: Kolos, 1996. 320 p. ISBN 5-10-002861-0. (In Russ.)
6. Skorokhodov A.N., Levshin A.G. *Proizvodstvennaja jekspluacija mashinno-traktornogo parka* [Industrial operation of the machine and tractor fleet]. Moscow: BIBIKOM; TRANSLOG, 2017. 478 p. ISBN 978-5-905563-66-9. (In Russ.). EDN: WWONWA
7. *Tipovye normy vyrabotki i rashoda topliva na sel'skhozajstvennye mehanizirovannye raboty ot 01.01.2006. Ch. I i II* [Standard standards for production and fuel consumption for agricultural mechanized work from 01.01.2006. Pt I and II] [Electronic resource] URL: <https://docs.cntd.ru/document/420270203?section=text> (date of access 05.02.2024). (In Russ.)
8. Iofinov S.A., Babenko E.L., Zuev Yu.A. *Spravochnik po jekspluacii mashinno-traktornogo parka* [Handbook of operation of machinery and tractor fleet]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 272 p. (In Russ.)
9. Sergeeva Z.V., Khimchenko G.T. *Spravochnik normirovshhika* [Standard Setter's Handbook]. Moscow: Rossel'hozizdat, 1983. 367 p. (In Russ.)
10. Polyak A.Ya., Shchupak A.D., Antyshev N.M. [et al.]. *Spravochnik po skorostnoj sel'skhozajstvennoj tehnike* [Handbook of high-speed agricultural machinery]. Moscow: Kolos, 1983. 287 p. (In Russ.)
11. Zavalishin F.S. *Osnovy rascheta mehanizirovannyh processov v rastenievodstve* [Fundamentals of Calculating Mechanized Processes in Plant Growing]. Moscow: Kolos, 1973. 319 p. (In Russ.)
12. *Normy i normativy dlja planirovaniya mehanizacii i jelektrifikacii v otrasljah APK. Pod red. A.I. Ievleva* [Norms and standards for planning mechanization and electrification in the agro-industrial complex sectors. Ed. A.I. Ievlev]. Moscow: Agropromizdat, 1988. 590 p. (In Russ.)
13. Kolobov G.G., Parfenov A.P. *Tjagovye harakteristiki traktorov* [Traction characteristics of tractors]. Moscow: Mashinostroenie, 1972. 153 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Балкаров Руслан Асланбиевич – доктор технических наук, профессор кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1074-2232, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

Дзуганов Вячеслав Барасбиевич – доктор технических наук, профессор кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 3358-4604, Scopus ID: 57219486929

Information about the authors

Ruslan A. Balkarov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Agricultural Engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

Vyacheslav B. Dzukanov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Agricultural Engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 3358-4604, Scopus ID: 57219486929

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 07.02.2025;
одобрена после рецензирования 24.02.2025;
принята к публикации 04.03.2025.*

*The article was submitted 07.02.2025;
approved after reviewing 24.02.2025;
accepted for publication 04.03.2025.*

Научная статья

УДК. 631.354.2.02

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-57-64

Полнота выделения примесей из зернового вороха конвейерной очисткой зерноуборочного комбайна

Аламахад Дошаевич Бекаров¹, Владислав Хасенович Мишхожев²,
Алий Халисович Габаев^{✉3}

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

¹alamahad@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2484-1747>

²mvkxxx@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1157-3771>

³alii_gabaev@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

Аннотация. В статье рассматривается одна из проблем высокопроизводительной конвейерной очистки зерноуборочного комбайна, которой является недостаточная полнота выделения (отделения) примесей. Испытания комбайна, оснащенного конвейерной очисткой, в полевых условиях на уборке ржи, ячменя и овса показали, что во всех трех случаях полнота выделения примесей из зернового вороха возрастает до достижения толщины слоя вороха на решетке величины 3 см. Вместе с тем при достижении толщины слоя вороха значений 4-5 см и более потери зерна начинают увеличиваться. Установлено, что полнота выделения примесей может быть существенно повышена при условии обеспечения удаления мелких соломистых частиц длиной до 1-2 см. Для этого рекомендуется использовать секции конвейерного решета с меньшими, чем при испытании, размерами отверстий или усовершенствовать условия воздействия воздушного потока на обрабатываемый на очистке зерновой ворох. Это позволит достичь чистоты бункерного вороха 95% и выше. Экспериментально установлено, что 40% по весу от примесей, остающихся в бункерном ворохе после обработки на конвейерной очистке – семена сорняков, 88,19% которых удаляются с убираемого поля конвейерной очисткой. Таким образом, комбайн, оснащенный конвейерной очисткой, позволяет параллельно со своей основной задачей в значительной степени решать весьма важную экологическую проблему.

Ключевые слова: комбайн, очистка, ворох, примеси, зерно, полнота, выделение, секция, поток, содержание, чистота, потери

Для цитирования. Бекаров А. Д., Мишхожев В. Х., Габаев А. Х. Полнота выделения примесей из зернового вороха конвейерной очисткой зерноуборочного комбайна // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 57–64.

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-57-64

Original article

Completeness of separation of impurities from grain heap by conveyor cleaning of grain harvester

Alamakhad D. Bekarov¹, Vladislav Kh. Mishkhozhev², Aliy Kh. Gabaev^{✉3}

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

¹alamahad@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2484-1747>

²mvkxxx@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1157-3771>

³alii_gabaev@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1973-9804>

Abstract. The article considers one of the problems of high-performance conveyor cleaning of a grain harvester, which is insufficient completeness of separation of impurities. Field tests of a combine equipped with conveyor cleaning during harvesting of rye, barley and oats showed that in all three cases the completeness of separation of impurities from the grain heap increases until the heap layer thickness on the sieve reaches 3 cm. At the same time, when the heap layer thickness reaches 4-5 cm or more, grain losses begin to increase. It was found that the completeness of separation of impurities can be significantly increased provided that small straw particles up to 1-2 cm in length are removed. For this purpose, it is recommended to use sections of the conveyor sieve with smaller hole sizes than during testing or to improve the conditions of the air flow effect on the grain heap processed during cleaning. This will allow achieving a purity of the bunker heap of 95% or more. It has been experimentally established that 40% by weight of the impurities remaining in the bunker heap after processing on the conveyor cleaning are weed seeds, 88.19% of which are removed from the harvested field by the conveyor cleaning. Thus, a combine equipped with a conveyor cleaning allows, in parallel with its main task, to a large extent to solve a very important environmental problem.

Keywords: combine, cleaning, heap, impurities, grain, completeness, separation, section, flow, content, purity, losses

For citation. Bekarov A.D., Mishkhozhev V.Kh., Gabaev A.Kh. Completeness of separation of impurities from grain heap by conveyor cleaning of grain harvester. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):57–64. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-57-64

Введение. Полнота выделения примесей характеризует любой сепаратор зернового вороха (или сепарирующий рабочий орган машины) в его способности выделить примеси из основного продукта, подвергаемого очистке. Применительно к зерноуборочному комбайну речь идет о выделении (отделении) из очищаемого зернового вороха различных примесей (половы, сбоины, семян и частей стеблей сопутствующих основной культуре сорняков). Полнота выделения примесей измеряется в долях единицы или в процентах. В первом случае за единицу принимается количество содержащихся в исходном ворохе примесей, а во втором это же количество принимается за 100%.

Математически полнота выделения выражается в первом случае уравнением:

$$\xi = \frac{\alpha'_{np} - \alpha''_{np}}{\alpha'_{np}},$$

а во втором[^]

$$\xi = \frac{(\alpha'_{np} - \alpha''_{np})}{\alpha'_{np}} \cdot 100,$$

где

α'_{np} и α''_{np} – содержание примесей в ворохе соответственно до и после его обработки на сепарирующем устройстве, %.

Полнота выделения примесей для данного сепарирующего устройства при его постоянных регулируемых параметрах зависит от поддачи на очистку (кг/с), вида обрабатываемой культуры, исходной засоренности поступающего на очистку вороха, толщины слоя вороха на решете очистки во время его обработки.

Толщина слоя вороха на решете конвейерной очистки при постоянстве скорости решета (м/с) также зависит от вышеперечисленных факторов. Поэтому и полнота выделения примесей зависит от толщины слоя вороха, образующегося на решете во время его обработки и состоящего из зерна и перечисленных выше примесей.

Цель исследования – повышение производительности и снижение потерь зерна при очистке мелкого зернового вороха путем создания нового рабочего органа для зерноуборочного комбайна.

Материалы, методы и объекты исследования. Потребная производительность конвейерного решета определяется массой и составом мелкого вороха, который может поступить на решето после молотильно-сепарирующего устройства и соломоотделителя.

Масса выделяемого вороха зависит от ряда факторов: вида убираемой культуры (пшеница, рожь, овес и т.д.), ее урожайности, содержания в ней зерна и соломы, засоренности,

влажности зерна, соломы и сорняков, а также особенностей конструкции и работы молотильно-сепарирующего устройства и соломоотделителя комбайна.

Производительность ворохоочистительного устройства определена для наиболее неблагоприятных условий его работы – максимально возможного выхода мелкого зернового вороха с наибольшими, практически возможными влажностью и засорённостью (с содержанием полова, сбины, семян и частиц стеблей сопутствующих культурных и сорных растений и т.д.).

Теоретически возможное поступление вороха на очистку в зерноуборочном комбайне рассчитано по методике профессора В. Г. Антипина [1, 2].

Объектом исследования является макетный образец конвейерной очистки, смонтированный в качестве рабочего органа на зерноуборочном комбайне вместо традиционной ветрорешетной очистки.

Материалы: зерновой ворох, его компоненты (масса, влажность, гранулометриче-

ский состав, процентное содержание компонентов).

Результаты исследования. Проведены лабораторно-полевые испытания конвейерной очистки, смонтированной в комбайне с двухбарабанным молотильно-сепарирующим устройством (МСУ) и роторным соломоотделителем, на уборке трех культур – ржи, ячменя и овса. Характеристика этих культур, составленная перед уборкой по методике, рекомендованной действующим ГОСТом, представлена в таблице 1.

Испытания провели при постоянных значениях регулируемых параметров (скорость конвейерного решета $V_{л} = 0,95-1,0$ м/с, динамический напор воздушного потока вентилятора $P_{д} = 72+10$ Па), ранее определенных как оптимальные по результатам экспериментов в лабораторных условиях. Переменный фактор – подача убираемой культуры в молотилку комбайна (а, следовательно, и подача зернового вороха на очистку). Этот фактор изменяли путем изменения поступательной скорости комбайна при каждом опыте.

Таблица 1. Характеристика культур, на уборке которых проводились испытания комбайна, оснащенного конвейерной очисткой

Table 1. Characteristics of crops, during the harvesting of which the combine equipped with a conveyor cleaning system was tested

Показатели	Рожь «Гибрид-173»	Ячмень «Московский-121»	Овес «Хадмерслебнер А.Г.»
Урожайность, т/га:			
а) на корню	2,55	4,79	2,75
б) при кондиционной влажности	2,30	3,71	2,38
Влажность на корню, %:			
а) зерна	22,1	34,6	20,6
б) стеблей	34,4	67,8	42,4
в) сорняков	74,2	66,2	59,8
Содержание зерна в убираемой культуре	0,34	0,55	0,53
Длина растений, см	116,7	74,6	84,3
Средняя высота расположения колосьев от поверхности, см	78	53,9	54,4
Количество колосьев, расположенных ниже 20 см от поверхности, %	-	-	3,0
Среднее расстояние от почвы до вершины стеблестоя, см	88,1	57,3	56,2
Полеглость	0,80	0,77	0,72
Засоренность срезанной культуры, %	33,7	4,0	6,0

Комбайн оснастили пробоотборниками, и содержимое каждого из них после опыта взвешивали, отбирали пробы (для последующего лабораторного анализа) и обрабатывали на лабораторной молотилке.

В результате обработки полученных экспериментальных данных выявили различную фактическую информацию по показателям качества работы конвейерной очистки (это, прежде всего, величины потерь, допускаемых этим рабочим органом, и чистота получаемого после него зернового вороха) при различных подачах на очистку.

Установили, что чистота получаемого бункерного вороха (содержание в нем зерна, которое для комбайнов общего назначения, согласно ГОСТу, должно быть, как известно, не ниже 95%) зависит от толщины слоя вороха на конвейерном решете. От этого же параметра зависит и другой важнейший параметр

качества работы очистки – величина потерь после неё.

Обработав на ЭВМ данных о толщине слоя вороха на решете, образующегося при каждом опыте, получили уравнения для полноты выделения примесей, содержащихся в исходном ворохе (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, на всех трех культурах полученные уравнения регрессии, отражающие влияние толщины слоя вороха на решете на полноту выделения очисткой примесей, имеют высокий коэффициент корреляции и малую величину ошибки уравнения регрессии. Ошибка уравнения регрессии у ячменя несколько выше (2,57), что объясняется более высокой, чем у ржи и овса, влажностью зерна и стеблей (см. табл. 1) и обилием выделяемых на очистку остей при обработке этой остистой культуры.

Таблица 2. Влияние толщины слоя вороха, образующегося на конвейерном решете (H_ϕ), на полноту выделения им примесей ξ на уборке различных колосовых культур

Table 2. The influence of the thickness of the heap layer formed on the conveyor sieve (H_ϕ) on the completeness of its separation of impurities ξ during the harvesting of various cereal crops

Вид культуры	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Ошибка коэффициента корреляции	Достоверность коэффициента корреляции	Ошибка уравнения регрессии
Рожь	$\xi = 0,476 \cdot e^{0,144H_\phi}$	0,95	0,047	19,81	0,03
Ячмень	$\xi = 35,13 - \frac{185,18}{H_\phi} + \frac{231,57}{H_\phi^2}$	0,91	0,089	10,09	2,57
Овес	$\xi = 0,367 \cdot e^{0,185H_\phi}$	0,87	0,117	7,407	0,08

Полученные уравнения (табл. 2) отражают зависимость полноты выделения примесей от толщины слоя вороха на решете. Их реализация представлена на рисунке 1.

На графике (рис. 1) наблюдается общая для всех трех культур тенденция роста показателя полноты выделения примесей соответственно увеличению толщины слоя вороха на конвейерном решете.

При малой толщине этого слоя (1-2 см) полнота выделения примесей низкая – всего 0,43-0,65 (или 43-65%), а при толщине слоя 3-5 см полнота выделения находится в интервале 0,70-0,98 (или 70-98%).

Для ветрорешетной очистки, используемой на серийных комбайнах, многие авторы (в частности, проф. С. А. Алферов и др. [3, 4] полагают оптимальной толщиной слоя вороха на решете очистки 3-4 см.

Применительно к конвейерной очистке такое мнение считаем также справедливым, так как (рис. 1) увеличение толщины слоя вороха на решете до 5 см существенно увеличивает полноту выделения примесей (с 77-85% до 93-98% в зависимости от культуры). Однако наблюдения показывают, что это сопровождается существенным ростом потерь с 0,03% при толщине слоя 3-4 см до 0,8-0,95 [5].

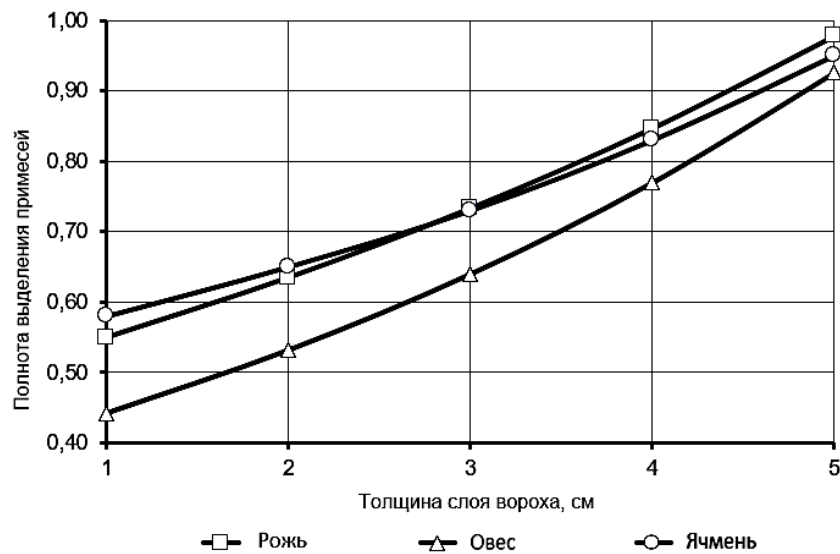


Рисунок 1. Зависимость полноты выделения примесей из обрабатываемого конвейерной очисткой зернового вороха от толщины его слоя на решетке для трех культур – ржи, ячменя и овса
Figure 1. Dependence on the completeness of impurity removal from a grain heap processed by conveyor cleaning and the thickness of its layer on the sieve for three crops – rye, barley and oats

Увеличение полноты выделения примесей с увеличением толщины слоя вороха объясняется достаточно просто. При малой толщине слоя пространственная решетка, образующаяся на конвейерном решете из компонентов вороха, достаточно «жидкая» (в смысле разреженная), поэтому мелкие частицы половы легко проходят сквозь нее, тем самым увеличивая засоренность бункерного вороха и снижая показатель полноты выделения примесей [6, 7].

Разреженность пространственной решетки все более увеличивается по мере перемещения вороха от начала решета, где на него поступает основная доля вороха, к его концу за счет текущей сепарации на протяжении этого пути. А при большей величине толщины слоя вороха на решете даже с учетом текущей сепарации слой вороха к концу решета остается достаточной толщины, чтобы пространственная решетка из частиц вороха смогла задерживать мелкие частицы половы и даже некоторые зерна (поэтому и имеет место определенный рост потерь зерна и увеличение полноты выделения примесей) [8, 9].

Ранее на этапе экспериментов в лабораторных условиях провели анализ состава зернового вороха, поступающего на конвейерную очистку, и вороха, полученного после обработки на ней. В лабораторных экспери-

ментах использовали рожь сорта «Вятка», предварительно заготовленную в снопах. Рабочие органы экспериментального комбайна (двухбарабанное МСУ, один из барабанов которого был клинцовым, а другой – бильным, а также четырехсоломочесный роторный соломоотделитель) сильно измельчали листостебельную массу обрабатываемой культуры, что видно из приводимого материала результатов лабораторного анализа вороха (табл. 2), засоренность исходного вороха 48,525% (а бывало, что она доходила и до 50% в некоторых опытах). Следует обратить внимание, что 17,150% от массы исходного вороха – это мелкие частицы, имеющие длину до 1 см, и еще 6,125% от той же массы частицы длиной 1-2 см. Получается, что частицы длиной 2 см и меньше составляют 23,275% от массы исходного вороха, т. е. почти половину засорителей.

После очистки солоmistых примесей осталось 10,51% от массы полученного бункерного вороха, а в исходном ворохе было 48,52%, то есть их содержание снизилось более чем в 4,5 раз. Частицы, длина которых от 4 до 8 см, из исходного вороха конвейерная очистка выделила полностью. А частиц исходного вороха длиной от 3 до 4 см после очистки осталось всего 0,1% от массы вороха.

Таблица 2. Характеристика вороха ржи «Вятка», поступающего в конвейерную очистку и в бункер после очистки при проведении ее экспериментального исследования в лабораторных условиях

Table 2. Characteristics of the Vyatka rye heap entering the conveyor cleaning and into the bunker after cleaning during its experimental study in laboratory conditions

Содержание в ворохе	До очистки	После очистки
Фракции зерна, %	51,47	89,490
Соломистых примесей, %	48,52	10,510
В том числе примесей длиной, см до 1	17,15	7,26
1-2	6,12	2,09
2-3	7,35	1,05
3-4	8,97	0,10
4-5	4,25	0,00
5-6	2,50	0,00
6-7	1,57	0,00
7-8	0,60	0,00
	100	100

Из этого следует, что основную проблему для конвейерной очистки формируют соломистые частицы вороха длиной до 3 см, а более крупные частицы или полностью отделяются, или их остается мизерное количество (0,1%).

Отсюда можно сделать вывод: чтобы обеспечить более высокую полноту выделения примесей из зернового вороха (более близкую к 100%), необходимо использовать секции конвейерного решета, имеющие отверстия меньших размеров, или добиться более упорядоченную, а потому и более эффективную работу воздушного потока от вентилятора очистки.

На данный момент бункерный ворох, получаемый после обработки на конвейерной

очистке в комбайне с роторным соломоотделителем, имеет содержание зерна в пределах 87-93% и классифицируется как высокообогащенная «невейка», то есть не дотягивает в большинстве опытов до 95%, то есть до агротехнических требований, предъявляемых к зерноуборочным комбайнам. Предлагаемые меры, на наш взгляд, позволили бы конвейерной очистке преодолеть этот барьер.

Выводы. 1. Полнота выделения примесей из зернового вороха является комплексным показателем, характеризующим способность сепаратора зернового вороха отделять примеси от зерна.

2. В зависимости от ряда факторов (вид убираемой культуры, тип МСУ, наличие сорняков, подача в молотилку и т. д.) на решетке комбайнового сепаратора зернового вороха формируется слой вороха различной толщины.

3. При малой толщине слоя вороха на решетке (1-2 см) полнота выделения примесей конвейерной очисткой составляет в зависимости от обрабатываемой культуры всего 43-65%, что очень мало, а при толщине слоя 3-5 см достигает 70-98%.

4. При толщине слоя вороха более 4-4,5 см начинают расти потери зерна в сходах с очистки, сначала незначительные, но увеличивающиеся существенно по мере увеличения толщины слоя сверх указанной величины.

5. Основная проблема конвейерной очистки с чистотой бункерного вороха – мелкие примеси длиной 1-2 см, которые попадают в проходную фракцию вместе с зерном.

6. Повысить полноту выделения примесей конвейерной очисткой можно путем использования секций решета этой очистки с меньшими размерами отверстий или упорядочения воздействия воздушного потока в системе очистки. Эти меры обеспечат отделение из вороха, содержащего более 48% по массе соломистых примесей, ту долю этих примесей, которая имеет длину до 1 см и составляет по массе 17,15% от массы вороха.

Список литературы

1. Антипин В. Г. К применению роторных молотильно-сепарирующих органов в условиях повышенного увлажнения и неровного рельефа // Научные труды НИПТИМЭСХ НЗ. Вып. 13. Ленинград, 1973. С. 106–114.

2. Антипин В. Г. Научные основы разработки системы и конструкции зерноуборочных машин для Северо-Западной зоны СССР: дис. ... докт. техн. наук. Ленинград – Пушкин, 1962. 480 с.

3. Некоторые результаты сравнительных исследований воздушных потоков очисток комбайнов СК-6П «Колос» СССР и M-1600 Fahr ФРГ. В кн.: Комплексная механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства / С. А. Алферов, Е. С. Босой, Л. В. Шабанов [и др.]. Ростов-на-Дону, 1975.
4. Алферов С. А., Барашев С. М., Эйгер М. И. Сепарация мелкого зернового вороха на очистке с пространственным решетом // Труды ЧИМЭСХ. Вып. 48. Челябинск, 1970. С. 159–167.
5. Зерноуборочные комбайны / Г. Ф. Серый, Н. М. Косилов, Ю. Н. Ярмашев, А. И. Русанов. Москва: Агропромиздат, 1986. 248 с.
6. Липовский М. И., Перекопский А. Н. Зерноуборочный комбайн: из прошлого к новому поколению. Санкт-Петербург: ИФЭП, 2015. 316 с. EDN: TXDWWP
7. Липовский М. И., Перекопский А. Н. Перспективные молотильные аппараты зерноуборочных комбайнов. Санкт-Петербург: ИФЭП, 2023. 174 с. EDN: SOLQIG
8. Удаление семян сорняков при уборке зерновых культур комбайном с конвейерной очисткой / А. Д. Бекаров, В. Х. Мишхожев, Г. А. Бекаров, А. Х. Габаев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 2(40). С. 84–90. DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-84-90. EDN: WCDVVC
9. Бекаров А. Д., Габаев А. Х. Конвейерная очистка для комбайна с традиционной компоновкой рабочих органов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3(95). С. 113–116. EDN: KAORLW

References

1. Antipin V.G. К применению роторных молотильно-сепараторных органов в условиях повышенного увлажнения и неровного рельефа. Научные труды НИПТИМЖЕШ НЗ. Вып. 13. Ленинград, 1973. С. 106–114. (In Russ.)
2. Antipin V.G. *Nauchnye osnovy razrabotki sistemy i konstrukcii zernouborochnykh mashin dlja Severo-Zapadnoj zony SSSR: dis. ... dokt. tehn. Nauk* [Scientific foundations for the development of a system and design of grain harvesting machines for the North-West zone of the USSR: diss. ... Doctor of Technical Sciences]. Leningrad – Pushkin, 1962. 480 p. (In Russ.)
3. Alferov S.A., Bosoj E.S., Shabanov L.V. [et al.]. *Nekotorye rezul'taty sravnitel'nykh issledovanij vozdushnykh potokov ochistok kombajnov SK-6II «Kolos» SSSR i M-1600 Fahr FRG. V kn.: Kompleksnaja mehanizacija i avtomatizacija sel'skhoz'jajstvennogo proizvodstva* [Some results of comparative studies of air flows of cleaning combines SK-6II "Kolos" USSR and M-1600 Fahr FRG. In the book. Complex mechanization and automation of agricultural production]. Rostov-on-Don, 1975. (In Russ.)
4. Alferov S.A., Barashev S.M., Jejger M.I. Separacija melkogo zernovogo voroha na ochistke s prostranstvennym reshetom. Trudy ChIMJeSH. Вып. 48. Челябинск, 1970. С. 159–167. (In Russ.)
5. Sery G.F., Kosilov N.M., Yarmashev Yu.N., Rusanov A.I. *Zernouborochnye kombajny* [Grain harvesters]. Moscow: Agropromizdat, 1986, 248 p. (In Russ.)
6. Lipovskij M.I., Perekopskij A.N. *Zernouborochnyj kombajn: iz proshlogo k novomu pokoleniju* [Grain harvester: from the past to the new generation]. Saint Petersburg: IFEP, 2015. 316 p. (In Russ.). EDN: TXDWWP
7. Lipovskij M.I., Perekopskij A.N. *Perspektivnye molotil'nye apparaty zernouborochnykh kombajnov* [Promising threshing units for grain harvesters]. Saint Petersburg: IFEP, 2023. 174 p. (In Russ.). EDN: SOLQIG
8. Bekarov A.D., Mishkhozhev V.Kh., Bekarov G.A., Gabaev A.Kh. Removal of weed seeds when harvesting grain crops with a combine harvester with conveyor cleaning. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;2(40):84–90. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2023-2-40-84-90. EDN: WCDVVC
9. Bekarov A.D., Gabaev A.H. Conveyor cleaning for a combine with a traditional piece of working bodies. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2022;3(95):113–116. (In Russ.). EDN: KAORLW

Сведения об авторах

Бекаров Аламахад Дошаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9046-0656

Мишхожев Владислав Хасенович – кандидат технических наук, доцент кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9119-3664

Габаев Алий Халисович – кандидат технических наук, доцент кафедры агроинженерии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», SPIN-код: 1264-0376

Information about the authors

Alamakhad D. Bekarov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9046-0656

Vladislav Kh. Mishkhozhev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Agricultural Engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9119-3664

Alii Kh. Gabaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Agricultural Engineering, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1264-0376

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

Authors contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article reviewed and approved the submitted final version.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 04.02.2025;
одобрена после рецензирования 22.02.2025;
принята к публикации 04.03.2025.*

*The article was submitted 04.02.2025;
approved after reviewing 22.02.2025;
accepted for publication 04.03.2025.*

Научная статья

УДК 620.22

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-65-71

Описание молекулярной ориентации аморфных полимеров в рамках кластерной модели

Заира Муссавна Жирикова^{✉1}, Владимир Закиевич Алоев²,
Кантемир Владимирович Алоев³

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

³Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, улица Миклухо-Маклая, 6,
Москва, Россия, 117198

^{✉1}zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5268-5545>

²aloev56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5080-4133>

³kantemir.aloev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-0765-9790>

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме создания высокопрочных конструкционных материалов, используемых в узлах и деталях сельскохозяйственных машин. Успешный путь решения этой проблемы связан с приданием высокой степени ориентации макромолекул. В качестве характеристики молекулярной ориентации использована степень молекулярной вытяжки. Для описания молекулярной ориентации в работе использована кластерная модель двух макромолекулярных каркасов: молекулярных захлестов и молекулярных зацеплений. Указаны важные особенности кластерной сетки зацеплений по сравнению с сеткой захлестов. Поставленная цель реализуется на примере более простой структуры аморфного состояния полимера – полиметилметакрилата из-за отсутствия в них кристалличности. Показано, что информацию о типе и характеристиках макромолекулярного каркаса, вовлекаемого в процессы ориентации, можно получить из результатов измерений двулучепреломления от степени вытяжки. Сравнение экспериментальных и теоретических зависимостей двулучепреломления от степени вытяжки аморфного полиметилметакрилата показало хорошее соответствие. Показано, что параметры кластерной сетки зацеплений, определенные независимым способом, позволяют достаточно точное описание экспериментальных данных по молекулярной ориентации полиметилметакрилата. Это, в свою очередь, подтверждает корректность структурной модели аморфного состояния полимеров.

Ключевые слова: молекулярная ориентация, кластерная модель, степень вытяжки, кластерная сетка, полиметилметакрилат, коэффициент Пуассона, двулучепреломление, температура стеклования, каучуковая высокоэластичность

Для цитирования. Жирикова З. М., Алоев В. З., Алоев К. В. Описание молекулярной ориентации аморфных полимеров в рамках кластерной модели // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 65–71. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-65-71

Original article

Description of the molecular orientation of amorphous polymers in the framework of the cluster model

Zaira M. Zhirikova^{✉1}, Vladimir Z. Aloeov², Kantemir V. Aloeov³

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

³Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, 6 Miklukho-Maklay Street, Moscow,
Russia, 117198

^{✉1}zaira.dumaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5268-5545>

²aloev56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5080-4133>

³kantemir.aloev@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the urgent problem of creating high-strength structural materials used in assemblies and parts of agricultural machinery. A successful way to solve this problem is to give a high degree of orientation to macromolecules. The degree of molecular weight is used as a characteristic of molecular orientation. To describe the molecular orientation, the cluster model of two macromolecular frameworks is used: molecular entanglements and molecular meshes. The important features of the cluster mesh of meshes in comparison with the mesh of entanglements are indicated. This goal is realized using the example of a simpler structure of the amorphous state of a polymer, polymethylmethacrylate, due to the lack of crystallinity in them. It is shown that information about the type and characteristics of the macromolecular framework involved in the orientation processes can be obtained from the results of measurements of birefringence from the degree of stretching. A comparison of the experimental and theoretical dependences of birefringence on the degree of extraction of amorphous polymethylmethacrylate showed a good agreement. It is shown that the parameters of the cluster mesh of meshes, determined by an independent method, allow a fairly accurate description of experimental data on the molecular orientation of polymethylmethacrylate. This, in turn, confirms the correctness of the structural model of the amorphous state of polymers.

Keywords: molecular orientation, cluster model, degree of stretching, cluster mesh, polymethylmethacrylate, Poisson's ratio, birefringence, glass temperature, rubber high elasticity.

For citation. Zhirikova Z.M., Alov V.Z., Alov K.V. Description of the molecular orientation of amorphous polymers in the framework of the cluster model. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):65–71. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-65-71

Введение. В настоящее время большое внимание уделяется исследованию свойств ориентированных полимеров с целью создания высокопрочных конструкционных материалов [1]. Кроме практических аспектов, одной из причин этих исследований является возможность получения соотношений степень ориентации–свойства на примере более простой структуры аморфных полимеров из-за отсутствия в них кристалличности.

Для описания молекулярной ориентации в аморфных полимерах обычно используются две деформационные схемы – так называемые «аффинная» и «псевдоаффинная», подробное описание и возможности их применения к реальным полимерам даны в ряде работ [2, 3]. Однако выяснилось, что поведение реальных ориентированных полимеров (как аморфных, так и аморфно-кристаллических) во многом не соответствует этим схемам, что и послужило основанием для разработки большого числа их модификации [2, 3].

Основным положением во всех этих модифицированных и немодифицированных деформационных схемах является наличие каркаса макромолекулярных зацеплений [4, 5].

Наиболее известной деформационной схемой макромолекулярных зацеплений является версия «ножевидных» макромолекулярных захлестов [6], сетка которых имеет некоторые особенности. Обычно ее плотность $v_{\text{зах}}$ опре-

деляется при температурах T выше температуры стеклования T_c в рамках концепции каучуковой высокоэластичности, и предполагается, что величина $v_{\text{зах}}$ сохраняется неизменной при $T < T_c$. Наличие такого каркаса зацеплений можно считать доказанным и теоретически, и экспериментально [6–8]. Другой версией является кластерная сетка макромолекулярных зацеплений. Важными особенностями кластерной сетки зацеплений по сравнению с сеткой макромолекулярных захлестов являются следующие положения:

1) узлы кластерной сетки зацеплений имеют конечный, четко определенный размер (длина сегмента в кластере принимается равной длине статистического сегмента полимера [8]);

2) плотность узлов кластерной сетки $v_{\text{кл}}$ является функцией температуры, снижаясь по мере роста T , при T_c кластерная сетка окончательно распадается. При $T \leq T_c - 50\text{K}$ увеличение $v_{\text{кл}}$ по мере снижения T существенно замедляется;

3) плотность $v_{\text{кл}}$ примерно на порядок превышает соответствующую величину для каркаса макромолекулярных захлестов.

Следует отметить, что влияние областей локального порядка, каковыми являются кластеры, на ориентационное поведение аморфных полимеров отмечалось и ранее в работе [9].

Автором работы [4] была предложена версия «временного» макромолекулярного каркаса с высокой плотностью $v_{вр}$, который обусловлен электростатическим взаимодействием единиц цепи.

Анализ результатов работ [2–5, 9] позволил выявить ряд особенностей поведения ориентированных полимеров, которые не укладываются в рамки версии каркаса макромолекулярных захлестов, что не позволяет прямого применения рассмотренных выше деформационных схем. Все особенности несоответствия привели, как было указано выше, к появлению ряда модифицированных деформационных схем, одну из которых можно описать соотношением [4]:

$$\Delta n = c v_0 \alpha (\lambda^2 - \lambda^{-1}) \exp(-k\lambda), \quad (1)$$

где

Δn – разность хода в измерениях двулучепреломления, характеризующая степень молекулярной ориентации;

v_0 – плотность макромолекулярного каркаса;

α – разность поляризуемостей статистического звена параллельно и перпендикулярно его оси;

λ – степень вытяжки;

k – показатель, характеризующий степень разрушения узлов макромолекулярного каркаса в ходе вытяжки.

Постоянная c определяется соотношением [5]:

$$c = \left(\frac{2\pi}{45} \right) \left(\frac{(\bar{n}^2 + 2)^2}{\bar{n}} \right), \quad (2)$$

где

\bar{n} – средний коэффициент преломления.

Ботто, Даккетт и Уорд [3] отметили, что уравнение (1) хорошо описывает экспериментальные данные при $T < T_c$, однако дает плохое соответствие при $T > T_c$. Они предложили следующую модификацию уравнения (1):

$$\Delta n = \alpha c (v_{п} + v_{вр} \exp(-k(\lambda-1))) (\lambda^2 - \lambda^{-1}), \quad (3)$$

которая предполагает наличие двух каркасов макромолекулярных зацеплений – постоянно и «временного», которые имеют плотности $v_{п}$ и $v_{вр}$ соответственно.

Хотя применение уравнения (3) для описания экспериментальных данных полиметилметакрилата (ПММА) было успешным (и при

$T < T_c$, и при $T > T_c$) [3], необходимо сделать два замечания по поводу его применения. Во-первых, величины $v_{п}$, $v_{вр}$ и k , входящие в уравнение (3), получены подгонкой к экспериментальным данным, и отсутствие независимых способов их определения существенно снижает ценность этого уравнения. Как известно, вариант обусловленного электростатическими взаимодействиями каркаса [4] нигде больше не использовался, хотя трудно предположить отсутствие влияния макромолекулярного каркаса с такой плотностью на другие свойства полимеров. Кластерная модель структуры аморфного состояния полимеров [10] является общей структурной моделью, успешно описывающей механические [11], теплофизические [12] и другие свойства полимеров. Величина $v_{кл}$ может быть оценена независимым способом по результатам механических испытаний ориентированных полимеров [10, 13].

Целью исследования является использование кластерной модели для описания молекулярной ориентации в аморфных полимерах.

Методы и объекты исследования. В данной работе подробное описание выполнено на примере простой структуры аморфного полимера – полиметилметакрилата (ПММА) из-за отсутствия в них кристалличности.

Плотность $v_{кл}$ кластерной сетки зацеплений можно определить из значений коэффициента Пуассона μ , используя следующую аппроксимацию [13]:

$$\mu = 0,5 - 4,87 \cdot 10^{-13} (v_{кл})^{1/2}. \quad (4)$$

Величины μ , как функция T , взяты по данным работы [14]. Полученная указанным способом зависимость $v_{кл}(T)$ для ПММА приведена на вставке рисунка 1. Кластерная модель [10] не отрицает одновременного существования в полимере и каркаса макромолекулярных захлестов. Его плотность $v_{зах}$ можно определить из соотношения [15]:

$$v_{зах} = \frac{\rho N_A}{M_{зах}}, \quad (5)$$

где

ρ – плотность полимера (для ПММА $\rho = 1,20$ г/см³ [16]);

N_A – число Авогадро;

$M_{зах}$ – молекулярная масса участка цепи между узлами зацеплений.

Для ПММА величины $M_{зах}$ существенно различаются в разных источниках [6, 15, 17] и варьируются от ~6,2 [15] до 15,5 кг/моль [18]. В данной работе для оценок плотностей макромолекулярных захлестов выбрано максимальное значение $M_{зах}$, и получена величина $v_{зах} \approx 0,47 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ согласно уравнению (5). Следовательно, в рамках кластерной модели плотность молекулярного каркаса равна ($v_{кл} + v_{зах}$) при $T < T_c$ и $v_{зах}$ при $T > T_c$. Нетрудно видеть, что предлагаемая трактовка устраняет все расхождения поведения молекулярной ориентации, указанные выше.

Результаты исследования. В таблице 1 приведено сравнение плотностей макромолекулярных

каркасов, полученное совмещением с экспериментальными результатами [3, 5] и независимым методом [13]. Как можно видеть из данных этой таблицы, величины v_0 ($v_{вр}$), полученные в работах [3, 5], различаются почти в два раза, что говорит об их подгонном характере. В то же время величины $v_{п}$ работы [3] и $v_{зах}$, а также $v_{вр}$ и $v_{кл}$ попарно хорошо согласуются друг с другом. Таким образом, в настоящей работе по существу использована предложенная в [3] модель двух каркасов, а различиями являются точная физическая интерпретация и независимое определение плотностей этих каркасов.

Таблица 1. Структурные параметры ПММА, используемые при расчете по уравнениям (2) и (3) [3]
Table 1. Structural parameters of PMMA used in calculations according to equations (2) and (3) [3]

T, K	Работа [5]		Работа [3]			Работа [13]		
	$v_0, 10^{26} \text{ м}^{-3}$	k	$v_{п}, 10^{26} \text{ м}^{-3}$	$v_{вр}, 10^{26} \text{ м}^{-3}$	k	$v_{кл}, 10^{26} \text{ м}^{-3}$	$v_{кл}+v_c, 10^{26} \text{ м}^{-3}$	k
303÷323	15,1	1,42	-	-	-	9,23	9,70	2,0
363	8,4	1,22	0,38	4,70	0,89	3,83	4,30	2,0
373	6,4	1,18	-	-	-	1,33	1,80	1,3
389,5	2,4	0,58	-	-	-	-	0,47	-
408	-	-	0,31	0,31	0,61	-	0,47	-

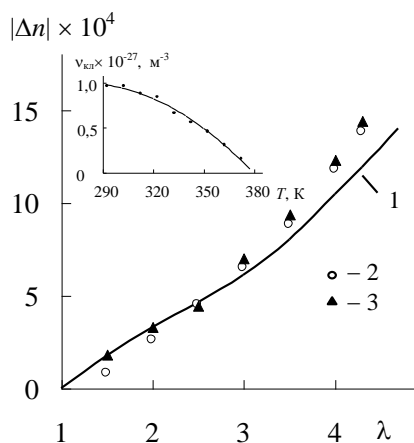


Рисунок 1. Зависимость двулучепреломления $|\Delta n|$ от степени вытяжки λ при $T=408 \text{ К}$ для ПММА: 1 – экспериментальные данные [3]; 2 – расчет по уравнению (3); 3 – расчет по уравнению (7).

На вставке: зависимость плотности кластерной сетки зацеплений $v_{кл}$ от температуры T для ПММА
Figure 1. Dependence of birefringence $|\Delta n|$ on the degree of stretching λ at $T=408 \text{ K}$ for PMMA: 1 – experimental data [3]; 2 – calculation according to equation (3); 3 – calculation according to equation (7). Inset: dependence of the density of the cluster network of entanglements $v_{кл}$ on temperature T for PMMA

На рисунке 1 приведено сравнение рассчитанных по уравнению (3) и экспериментальных [3] значений $|\Delta n|$ как функции λ для ПММА. Поскольку экспериментальные данные получены при $T = 408 \text{ К}$, т.е., при $T > T_c$ (для ПММА $T_c \approx 378 \text{ К}$ [16]), то расчет проведен при $v_{п} = v_{зах}$, $v_{вр} = v_{кл} = 0$ и $k = 0$. Как можно видеть, получено достаточно хорошее соответствие. А. С. Баланкин [19] предложил фрактальную концепцию каучуковой высокоэластичности, в которой напряжение σ зависит от модуля упругости E следующим образом:

$$\sigma = \frac{E}{4,5} (\lambda^2 - \lambda^{-2,5}). \quad (6)$$

Поскольку σ пропорционально $|\Delta n|$, а E – плотности каркаса [5], то можно использовать для оценки $|\Delta n|$ следующую простую формулу (при $T \geq T_c$):

$$|\Delta n| = cv_{зах} \alpha (\lambda^2 - \lambda^{-2,5}). \quad (7)$$

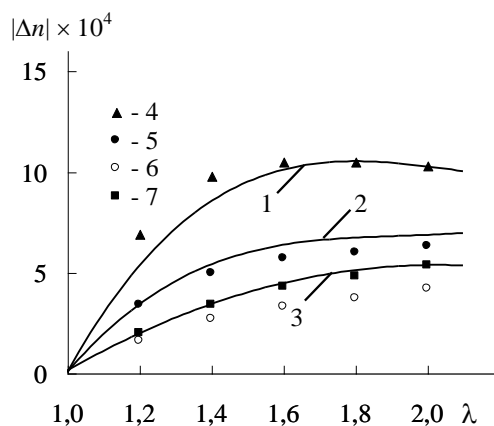


Рисунок 2. Зависимость двулучепреломления $|\Delta n|$ от степени вытяжки λ при $T=303\text{K}$ (1,4), 363K (2,5) и 373K (3,6,7) для ПММА:

1, 2, 3 – экспериментальные данные [5]; 4, 5, 6 – расчет по уравнению (3) с $k = 2,0$; 7 – расчет по уравнению (3) с $k = 1,3$ для $T = 373\text{K}$

Figure 2. Dependence of birefringence $|\Delta n|$ on the degree of drawing λ at $T = 303\text{K}$ (1, 4), 363K (2, 5) and 373K (3, 6, 7) for PMMA:

1, 2, 3 – experimental data [5]; 4, 5, 6 – calculation by equation (3) with $k = 2,0$; 7 – calculation by equation (3) with $k = 1,3$ for $T = 373\text{K}$

Использование этой формулы показало (рис. 1), что при $\lambda < 3$ она дает даже лучшее соответствие с экспериментом, чем уравнение (3). Несколько более завышенные результаты

расчета по обоим указанным уравнениям при $\lambda \geq 3$ демонстрируют необходимость введения коэффициента $k \neq 0$ при достаточно больших деформациях ввиду вероятного разрушения узлов захлестов, особенно для цепей с низкой молекулярной массой [20].

На рисунке 2 приведено сравнение экспериментальных [5] и рассчитанных по уравнению (3) зависимостей $|\Delta n|(\lambda)$ для образцов, вытянутых при 303, 363 и 373K. Поскольку в этом случае ориентация ПММА проводилась при $T < T_c$, то расчет был выполнен при $v_{\Pi} = v_{\text{зах}}$, $v_{\text{вр}} = v_{\text{кл}}$ и $k = 2,0$. Вновь наблюдается хорошее соответствие теории и эксперимента, а некоторое уменьшение расчетных величин $|\Delta n|$ относительно экспериментальных по мере роста температуры вытяжки легко устраняется уменьшением k . Это продемонстрировано для кривой $|\Delta n|(\lambda)$ при $T = 373\text{K}$ выбором $k = 1,3$.

Выводы. Результаты исследований показали, что параметры кластерной сетки зацеплений, определенные независимым способом, позволяют достаточно точное описание экспериментальных данных по молекулярной ориентации ПММА. Это подтверждает, в свою очередь, корректность структурной модели аморфного состояния полимеров.

Список литературы

1. Захариадес А. Е., Мид В. Т., Портер Р. С. Современные достижения технологии получения полиэтилена в сверхориентированном состоянии методом твердофазной экструзии. В кн.: Сверхвысокомолекулярные полимеры. Ред. Чиферри А., Уорд И. Ленинград: Химия, 1983. С. 63–89.
2. Brown D.J. Molecular orientation and strain in hot-drawn poly (ethylene terephthalate) // Polymer Commun. 1995. Vol. 26. № 2. Pp. 42–45.
3. Botto P.A., Duckett R.A., Ward I.M. The yield and thermoelastic properties of oriented poly (methyl methacrylate) // Polymer. 1987. Vol. 28. № 2. Pp. 257–262.
4. Raha S., Bowden P.B. Birefringence of plastically deformed poly (methyl methacrylate) // Polymer. 1972. Vol. 13. № 4. Pp. 174–184.
5. Kahz N., Duckett R.A., Ward I.M. Stress optical studies of oriented poly (methyl methacrylate). Polymer. 1978. Vol. 19. № 2. Pp. 136–144.
6. Wu S. Chain structure and entanglement // J. Polymer Sci.: Part B: Polymer Rhys. 1989. Vol. 27. № 4. P. 723–741.
7. Charlesby A., Jaroszkiewicz E.M. Entanglement and network formation in polystyrene // Eur. Polymer. J. 1985. Vol. 21. № 1. Pp. 55–64.
8. Richter D., Farago B., Fetters L.Y., Huang J.S., Ewen B., Lartidue C. Direct microscopic observation of the entanglement distance in a polymer melt // Phys. Rev. Lett. 1990. Vol. 64. № 12. P. 1389–1392.
9. Милагин М. Ф., Шишкин Н. И. Изменение плотности аморфного полиметилметакрилата при его ориентационной вытяжке // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 1972. Т. 14. № 2. С. 357–362.
10. Козлов Г. В., Новиков В. У. Кластерная модель аморфного состояния полимеров // Успехи физических наук, 2001. Т 171. № 7. С. 717–764. DOI: 10.3367/UFNr.0171.200107b.0717

11. Описание кривых напряжение-деформация стеклообразного полиарилатсульфона в рамках концепций высокоэластичности / В. Н. Шогенов, В. Н. Белоусов, В. В. Потапов, Г. В. Козлов, Э. В. Прут // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 1991. Т. 33. № 1. С. 155–160.
12. Белошенко В. А., Козлов Г. В., Липатов Ю. С. Механизм стеклования сетчатых полимеров // Физика твердого тела. 1994. Т. 36. № 10. С. 2903–2906.
13. Sanditov D.S., Kozlov G.V. On the nature of correlations between the elasticity modulus and glass transition temperature of amorphous polymers // Fizika i Himia Stekla. 1993. Т. 19. № 4. С. 561–572. EDN: KSTTSF
14. Hong S.-D, Chung S.Y., Fedors R.F., Moacanin J. Study of molecular deformation mechanisms in the glassy state. I. Temperature effect on 1 stress-birefringence and strain-birefringence responses of poly (methyl methacrylate) // J. Polymer Sci.: Polymer Physics Edition, 1983. Vol. 21. N 9. Pp. 1647–1660.
15. Lin Y.-H. Number of entanglement strands per cubed tube diameter, a fundamental aspect of topological universality in polymer viscoelasticity // Macromolecules. 1987. Vol. 20. № 12. Pp. 3080–3083.
16. Калинин Э. Л., Саковцева М. Б. Свойства и переработка термопластов. Ленинград: Химия, 1983. 288 с.
17. Prevorsek D.C., De Bona V.T. On chain entanglement in high-Tg amorphous polymers // Journal of Macromolecular Science, Part B. Physics. 1981, Vol. 19. N 4. Pp. 605–622.
18. Graessley W.W., Edwards S.F. Entanglement inter actions in polymers and the chain contour concentration // Polymer. 1981. Vol. 22. N 10. Pp. 1329–1334.
19. Баланкин А. С. Теория упругости фракталов и модели нелинейной упругости, высокоэластичности, разрушения материалов с мультифрактальной структурой // Докл. РАН. 1992. Т. 325. № 3. С. 465–471.
20. Шишкин Н. И., Милагин М. Ф., Габараева А. Д. Молекулярная сетка и ориентационные процессы в аморфном полистироле // Физика твердого тела. 1963. Т. 5. № 12. С. 3453–3462.

References

1. Zachariades A.E., Mead W.T., Porter R.S. *Sovremennyye dostizheniya tekhnologii polucheniya polietilena v sverkhoriyentirovannom sostoyanii metodom tverdofaznoy ekstruzii. V kn.: Sverkhvysokomodul'nyye polimery. Red. Chifferri A., Uord I. L.: Khimiya.* [Modern achievements in the technology of producing polyethylene in a superior oriented state by the method of solid-phase extrusion. In the book: Ultra-high-modulus polymers. Ed. Ciferri A., Ward I.]. Leningrad: Khimiya, 1983. Pp. 63–89. (In Russ.)
2. Brown D.J. Molecular orientation and strain in hot-drawn poly(ethylene terephthalate). *Polymer Commun.* 1995;26(2):42–45.
3. Botto P.A., Duckett R.A., Ward I.M. The yield and thermoelastic properties of oriented poly(methyl methacrylate). *Polymer.* 1987;28(2):257–262.
4. Raha S., Bowden P.B. Birefringence of plastically deformed poly(methyl methacrylate). *Polymer.* 1972;13(4):174–184.
5. Kahz N., Duckett R.A., Ward I.M. Stress optical studies of oriented poly (methyl methacrylate). *Polymer.* 1978;19(2):136–144.
6. Wu S. Chain structure and entanglement. *J. Polymer Sci.: Part B: Polymer Phys.* 1989;27(4):723–741.
7. Charlesby A., Jaroszkiewicz E.M. Entanglement and network formation in poly-styrene. *Eur. Polymer. J.* 1985;21(1):55–64.
8. Richter D., Farago B., Fetters L.Y., Huang J.S., Ewen B., Lartidue C. Direct microscopic observation of the entanglement distance in a polymer melt. *Phys. Rev. Lett.* 1990;64(12):1389–1392
9. Milagin M.F., Shishkin N.I. Izmenenie plotnosti amorfnoego polimetil-metakrilata pri ego orientatsionnoy vytyazhke. *Polymer Science. Series A.* 1972;14(2):357–362. (In Russ.)
10. Kozlov G.V., Novikov V.U. Cluster model of the amorphous state of polymers. *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 2001;171(7):717–764. (In Russ.). DOI: 10.3367/UFNr.0171.200107b.0717
11. Shogenov V.N., Belousov V.N., Potapov V.V., Kozlov G.V., Prut E.V. Description of stress-strain curves of glassy polyarylate sulfone within the framework of high elasticity concepts. *Polymer Science. Series A.* 1991;33(1):155–160. (In Russ.)
12. Beloshenko V.A., Kozlov G.V., Lipatov Yu.S. Mechanism of glass transition of cross-linked polymers. *Solid State Physics.* 1994;36(10):2903–2906. (In Russ.)
13. Sanditov D.S., Kozlov G.V. On the nature of correlations between the elasticity modulus and glass transition temperature of amorphous polymers. *Fizika i Himia Stekla.* 1993;19(4):561–572. EDN: KSTTSF
14. Nong S.-D, Chung S.Y., Fedors R.F., Moacanin J. Study of molecular deformation mechanisms in the glassy state. I. Temperature effect on 1 stress-birefringence and strain-birefringence responses of poly (methyl methacrylate). *J. Polymer Sci.: Polymer Physics Edition.* 1983;21(9):1647–1660.

15. Lin Y.-H. Number of entanglement strands per cubed tube diameter, a fundamental aspect of topological universality in polymer viscoelasticity. *Macromolecules*. 1987; 20(12):3080–308
16. Kalinchev E.L., Sakovtseva M.B. *Svoystva i pererabotka termoplastov* [Properties and processing of thermoplastics]. Leningrad: Khimiya, 1983. 288 p. (In Russ.)
17. Prevozsek D.C., De Bona B.T. On chain entanglement in high-Tg amorphous polymers. *Journal of Macromolecular Science, Part B. Physics*. 1981;19(4):605–622
18. Graessley W.W., Edwards S.F. Entanglement interactions in polymers and the chain contour concentration. *Polymer*. 1981;22(10):1329–1334.
19. Balankin A.S. Theory of fractal elasticity and models of nonlinear elasticity, high elasticity, and destruction of materials with multifractal structure. *Dokl. RAN*. 1992;325(3)6:465–471. (In Russ.)
20. Shishkin N.I., Milagin M.F., Gabaraeva A.D. Molecular network and orientation processes in amorphous polystyrene. *Fizika tverdogo tela*. 1963;5(12):3453–3462. (In Russ.)

Сведения об авторах

Жирикова Заира Муссавна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4378-8131, Scopus ID: 55558043600, Researcher ID: AAF-3690-2022

Алоев Владимир Закиевич – доктор химических наук, профессор кафедры технической механики и физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4533-8035, Scopus ID: 6505993830, Researcher ID: AAF-3822-2022

Алоев Кантемир Владимирович – аспирант кафедры теории права и государства, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», SPIN-код: 6392-4344, Researcher ID: JNS-4428-2023

Information about the authors

Zaira M. Zhirikova – Candidate of Physic-mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4378-8131, Scopus ID: 55558043600 Researcher ID: AAF-3690-2022

Vladimir Z. Aloev – Doctor of Chemical Sciences, Professor of the chair of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN- code: 4533-8035, Scopus ID: 6505993830, Researcher ID: AAF-3822-2022

Kantemir V. Aloev – Postgraduate Student of the Department of Theory of Law and State, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, SPIN-code: 6392-4344, Researcher ID: AAF-3822-2022

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 24.01.2025;
одобрена после рецензирования 12.02.2025;
принята к публикации 21.02.2025.*

*The article was submitted 24.01.2025;
approved after reviewing 12.02.2025;
accepted for publication 21.02.2025.*

Научная статья
УДК 631.3:632.9
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-72-82

Обоснование конструктивно-технологической схемы гербицидной установки для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве

Кантемир Владиславович Мишхожев¹, Луан Мухажевич Хажметов^{✉2}

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

¹mvkkkk@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4357-5923>

^{✉2}hajmetov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5830-4355>

Аннотация. Борьба с сорной растительностью в садах на террасированных склонах является одной из проблем, с которой сталкиваются сельхозпроизводители плодов. Основным методом борьбы с сорной растительностью, используемым в интенсивном равнинном садоводстве, является химический метод с внесением гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений. Опыт использования машин для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений показал, что для их эффективной работы необходимо два смежных прохода вдоль линии ряда плодовых насаждений. В условиях террасного садоводства поход к линии ряда плодовых насаждений возможен только с одной стороны: со стороны полотна террасы. Обработка другой стороны ряда ограничивается откосом террасы. Это обстоятельство снижает эффективность применения гербицидных установок отечественного и зарубежного производства. В связи с этим предлагаемая гербицидная установка оснащена исполнительным механизмом, выполненным в виде вертикального металлического цилиндра, внутри которого установлен пневмоакустический распылитель жидкости, а в нижней части прикреплен полимерный диск с возможностью вращения в горизонтальной плоскости. На наружной цилиндрической поверхности диска прикреплены ворсы, образующие конусообразный эластичный защитный фартук. Такое конструктивное исполнение гербицидной установки позволяет за один проход вдоль линии ряда обеспечить эффективную обработку приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве.

Ключевые слова: террасное садоводство, плодовые насаждения, приствольная полоса, сорная растительность, гербицид, гербицидная установка

Для цитирования. Мишхожев К. В., Хажметов Л. М. Обоснование конструктивно-технологической схемы гербицидной установки для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 72–82. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-72-82

Original article

Substantiation of the design and technological scheme of the herbicide plant for the treatment of trunk strips of fruit plantations in terraced gardening

Kantemir V. Mishkhozhev¹, Luan M. Khazhmetov^{✉2}

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

¹mvkkkk@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4357-5923>

^{✉2}hajmetov@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5830-4355>

Abstract. Weed control in gardens on terraced slopes is one of the problems faced by fruit growers. The main method of weed control used in intensive flat gardening is the chemical method with the introduction of herbicide into the near-trunk strips of fruit plantings. Experience in using machines for introducing herbicide into the near-trunk strips of fruit plantings has shown that for their effective operation, two adjacent passes along the line of a row of fruit plantings are necessary. In the conditions of terrace gardening, an approach to the line of a row of fruit plantings is possible only from one side: from the side of the terrace canvas, the processing of the other side of the row is limited to the slope of the terrace. This circumstance reduces the effectiveness of the use of herbicide installations of domestic and foreign manufacture. In this regard, the proposed herbicide installation is equipped with an actuator made in the form of a vertical metal cylinder, inside which a pneumatic acoustic liquid sprayer is installed, and in the lower part a polymer disk with the ability to rotate in a horizontal plane is attached, on the outer cylindrical surface of the disk piles are attached, forming a cone-shaped elastic protective apron. Such a design of the herbicide installation allows for one pass along the row line to ensure effective processing of near-trunk strips of fruit plantings in terraced gardening.

Keywords: terraced gardening, fruit plantations, trunk strip, weeds, herbicide, herbicide plant

For citation. Mishkhozhev K.V., Khazhmetov L.M. Substantiation of the design and technological scheme of an herbicide plant for processing trunk strips of fruit plantations in terraced gardening. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):72–82. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-72-82

Введение. Развитие отрасли садоводства связано с дальнейшим расширением площадей многолетних насаждений и ростом валовых сборов. Основными направлениями, которые должны обеспечить данное развитие, считаются: интенсификация отрасли, освоение инновационных технологий, совершенствование пространственного размещения отрасли, организационно-экономические факторы, в том числе развитие производственной кооперации и концентрации [1–6].

По прогнозу Минсельхоза России планируется увеличить площади закладки многолетних насаждений до 140 тыс. га [7].

За годы реализации Госпрограммы развития сельского хозяйства Кабардино-Балкарская Республика стала пилотным регионом по развитию интенсивного садоводства в России и уверенно входит в пятерку лучших субъектов страны по темпам закладки многолетних насаждений [8].

Площади многолетних плодово-ягодных насаждений в республике составляют более 27 тыс. га, из них интенсивные и суперинтенсивные сады занимают 23 тыс. га [8].

В Кабардино-Балкарии возможности для дальнейшего расширения площадей под садами крайне ограничены.

Вместе с тем наличие благоприятных природно-климатических условий для выращивания плодовых культур, богатые водные ресур-

сы создают все необходимые предпосылки для развития интенсивного склонового террасного садоводства и резкого увеличения производства фруктов на промышленной основе.

В настоящее время в Кабардино-Балкарии методом террасирования освоено свыше трех тысяч гектаров склоновых земель под интенсивными садами.

Одной из проблем, с которой сталкиваются производители плодов в террасном садоводстве, является борьба с сорной растительностью в приствольных полосах плодовых насаждений. Данный технологический процесс осложняется тем, что подход к линии ряда плодовых насаждений имеется только с одной стороны: со стороны полотна террасы, другая же сторона ограничивается откосом террасы. Данное обстоятельство существенно ограничивает возможности их применения.

Наиболее эффективным способом борьбы с сорной растительностью в садах является химический метод с внесением различных химических препаратов, которые пагубно влияют на сорные растения [9].

Опыт использования машин для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений показал, что для их эффективной работы необходимо два смежных прохода вдоль линии ряда плодовых насаждений, что в условиях террасного садоводства обеспечить невозможно [10].

В связи с этим возникла необходимость разработки новой конструктивно-технологической схемы гербицидной установки для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве.

Цель исследования – обосновать конструктивно-технологическую схему гербицидной установки, позволяющую за один проход вдоль линии ряда обеспечить эффективную обработку приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве.

Материалы, методы и объекты исследования. Материалом исследований послужили результаты наблюдений по использованию гербицидных установок в интенсивных и суперинтенсивных садах. Исследования базируются на методе патентного поиска. Объектом исследования являются конструктивные особенности гербицидных установок.

Результаты исследования. Для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений в садах интенсивного типа используются специальные устройства, состоящие из телескопических штанг, механизма поворота, отклоняющих секций и распылителей. Опыт использования гербицидных штанг

при обработке приствольных полос деревьев показал, что при обходе штамба дерева возникают огрехи, при этом наблюдается неравномерное распределение рабочего раствора, большой расход рабочей жидкости и травмирование штамба дерева [11–13].

Для регулирования подачи гербицида при обходе штамба Г. Ю. Кулиев и др. предложили снабдить кранами-дозаторами крайние секции распылителей [14]. Г. И. Гегелидзе предлагает поочередную обработку почвы перед штамбом и за ним второй секцией [15]. Н. Я. Бордугов для повышения полноты внесения гербицидов в межкустовую полосу растений предлагает наклонять крайний распылитель в сторону приштамбовой зоны [16].

В. Г. Бросалиным и К. А. Манаенковым выделено шесть участков (F_1 – F_6) приштамбовой зоны плодового дерева, на которых рабочая жидкость распределяется неравномерно: на участке F_1 происходит повторный излив рабочей жидкости, участки F_4 и F_5 не обрабатываются или получают заниженную дозу, участки F_2 , F_3 и F_6 обрабатываются равномерно (рис. 1).

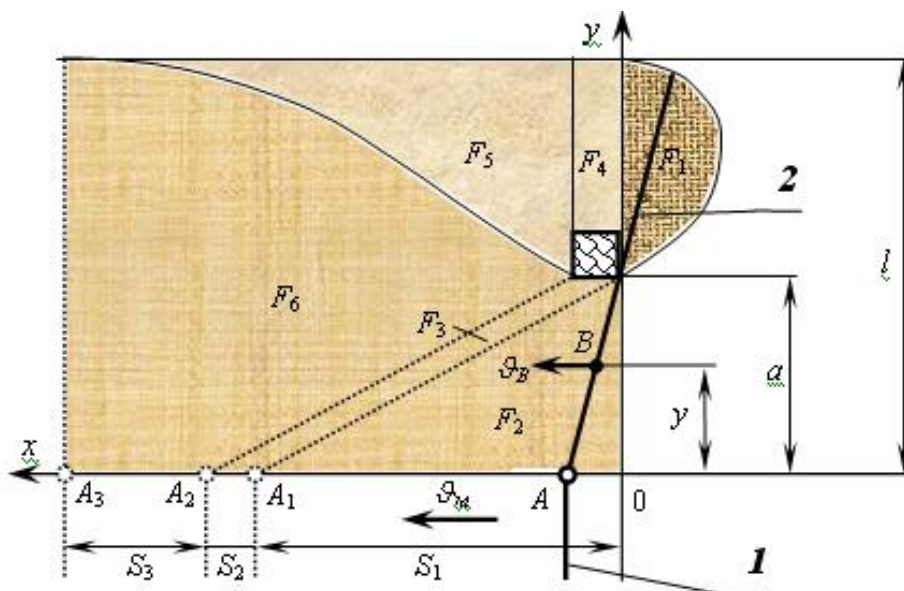


Рисунок 1. Схема обхода отклоняющейся секцией опорного столба:

1 – штанга; 2 – отклоняющая секция с распылителями

Figure 1. The scheme of circumvention by the deviating section of the support column:

1 – rod; 2 – deflecting section with sprayers

Установлено, что для качественной обработки приствольных полос сада необходимо проводить два смежных прохода гербицидной штангой с короткими отклоняющимися

секциями, обеспечивающими компенсацию неточностей вождения и посадки деревьев в ряду [17].

Проблема неравномерного распределения рабочей жидкости при обходе штамбов отклоняющимися секциями с распылителями 2 штанг 1 решается за счет автоматического удерживания распылителей на заданном удалении от линии ряда посредством копиров,

соприкасающихся со штамбом дерева и связанных с параллелограммным механизмом. С этой целью В. Г. Бросалиным и К. А. Мананковым предложено устройство для обработки приствольной полосы сада (рис. 2) [18].

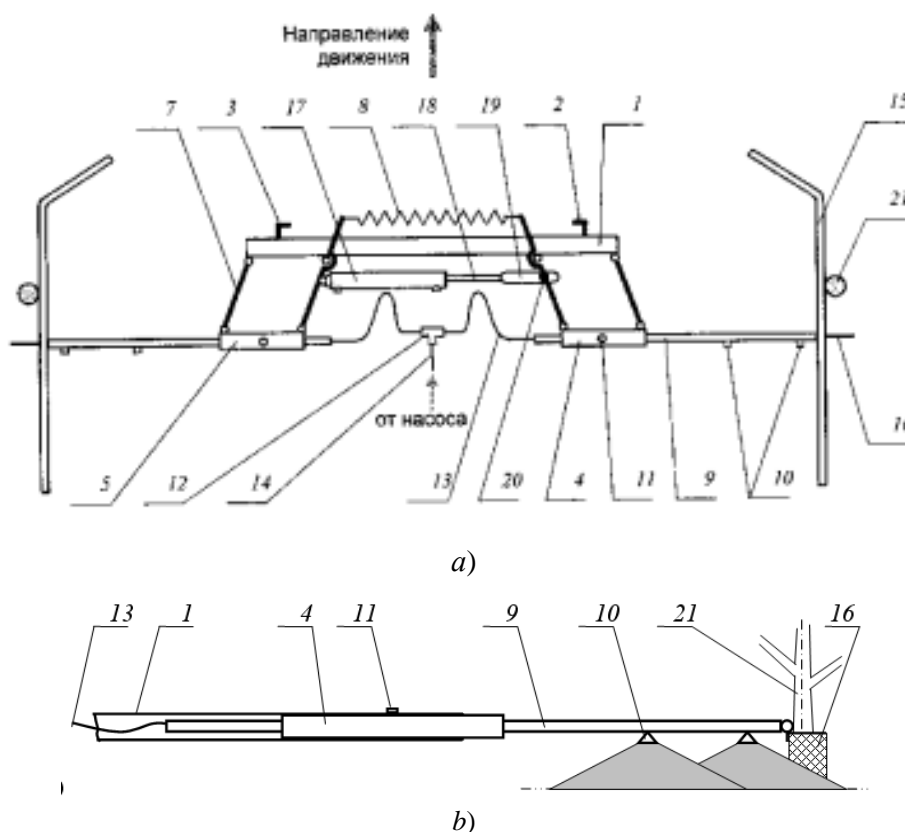


Рисунок 2. Схема устройства для обработки приствольной полосы сада:

a – вид сверху; *b* – вид с боку; 1 – несущая рама; 2, 3 – упоры; 4, 5 – параллелограммные механизмы; 6, 7 – продольные звенья; 8 – пружина; 9 – боковые штанги; 10 – распылители; 11 – фиксаторы; 12 – тройник; 13 – шланг; 14 – магистраль подачи растворов гербицида; 15 – копир; 16 – эластичный фартук; 17 – гидроцилиндр; 18 – шток; 19 – кулиса; 20 – палец; 21 – штамп дерева

Figure 2. Diagram of a device for processing a garden trunk strip:

a – top view; *b* – side view; 1 – supporting frame; 2, 3 – stops; 4, 5 – parallelogram mechanisms; 6, 7 – longitudinal links; 8 – spring; 9 – side rods; 10 – sprayers; 11 – retainers; 12 – tee; 13 – hose; 14 – supply line for herbicide solutions; 15 – copier; 16 – elastic apron; 17 – hydraulic cylinder; 18 – rod; 19 – curtain rod; 20 – finger; 21 – tree stem

Увеличения эффективности проникновения гербицида в глубину растительного массива сорных растений можно достичь высокой дисперсностью распыла капель рабочей жидкости с транспортировкой капель воздушным потоком.

Данную проблему П. А. Догода и Э. Ш. Османов решают путем разработки новой конструктивно-технологической схемы опрыскивателя навесного гербицидного виноградникового (рис. 3) [19].

Принцип работы предложенного опрыскивателя заключается в следующем: вентилятор 4 направляет воздушный поток в воздушные рукава 19 и через воздушные насадки 23 в зону действия центробежных распылителей 22 рабочей жидкости. За счет создания воздушно-жидкостного потока с завихрениями увеличивается зона покрытия адаксиальной и абаксиальной части листьев сорных растений рабочей жидкостью [19].

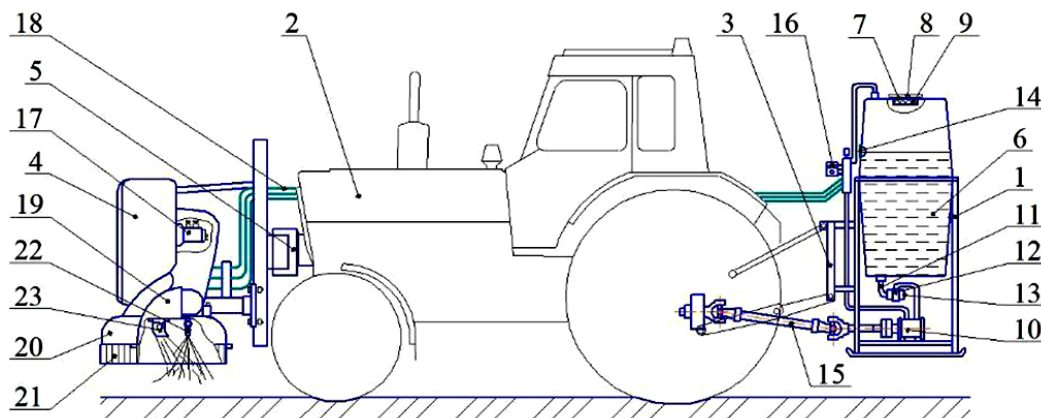


Рисунок 3. Конструктивно-технологическая схема опрыскивателя для внесения гербицида в приштамбовую зону виноградников:

1 – рама; 2 – трактор; 3 – задняя навеска; 4 – вентилятор; 5 – передняя навеска; 6 – бак; 7 – горловина; 8 – крышка; 9 – сетчатый фильтр; 10 – мембранный насос; 11 – заборная магистраль; 12 – заборный фильтр; 13 – сливное устройство; 14 – датчик уровня; 15 – карданный вал; 16 – пульт управления; 17 – гидромотор; 18 – штанги; 19 – воздухораспределительный рукав; 20 – защитный кожух; 21 – боковые шторки; 22 – распылитель; 23 – воздушная насадка

Figure 3. Design and technological scheme of a sprayer for applying herbicide to the tamp zone of vineyards:

1 – frame; 2 – tractor; 3 – rear suspension; 4 – fan; 5 – front suspension; 6 – tank; 7 – neck; 8 – lid; 9 – strainer; 10 – diaphragm pump; 11 – intake line; 12 – intake filter; 13 – drain device; 14 – level sensor; 15 – driveshaft; 16 – control panel; 17 – hydraulic motor; 18 – rods; 19 – air distribution sleeve; 20 – protective casing; 21 – side shutters; 22 – sprayer; 23 – air nozzle

Другим конструктивным решением для повышения эффективности проникновения гербицида в глубину растительного массива сорных растений и равномерного их распределения на листовой поверхности является использование эжекционно-щелевого распылителя [20].

Для осуществления данного технологического процесса В. В. Цыбулевским был предложен опрыскиватель ультрамалообъемный (рис. 4) [20].

Рабочая жидкость (рис. 4а) из бака 2 поступает через кран 6 и уравнительную емкость 9 по питательным трубопроводам самотеком и вследствие разряжения в питательной трубке распылителя 7, создаваемого струей воздуха, истекающего из воздушно-щелевого сопла, диспергируется, смешивается с воздухом и подается на объект обработки [20].

Анализ исследований, направленных на повышение эффективности процесса внесения гербицида в приствольные полосы многолетних насаждений в равнинном садоводстве и виноградарстве, показал, что все предлагаемые устройства выполняют этот процесс за два смежных прохода. Учитывая,

что в условиях террасного садоводства подход к линии ряда возможен только с одной стороны, применение гербицидных установок отечественного и зарубежного производства будет нецелесообразным.

В связи с этим предложена новая конструктивно-технологическая схема гербицидной установки, позволяющая за один проход вдоль линии ряда обеспечить эффективную обработку приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве (рис. 5) [21].

Предлагаемая гербицидная установка работает следующим образом.

При приближении гербицидной установки к дереву ворсы 20 начинают соприкасаться с нижней частью штамба дерева 29 (рис. 6).

При дальнейшем перемещении исполнительного механизма 15 ворсы 20 (рис. 6а) огибают нижнюю часть штамба дерева 29. Облако аэрозоля, создаваемое пневмоакустическим распылителем 22 (рис. 5), обрабатывает сорные растения, расположенные как со стороны приствольной полосы, так и со стороны откоса террасы [22]. При соприкосновении диска 17 с нижней частью штамба дерева 29 срабатывает поворотное устройство 12. При этом поворотная штанга 13 отклоняется

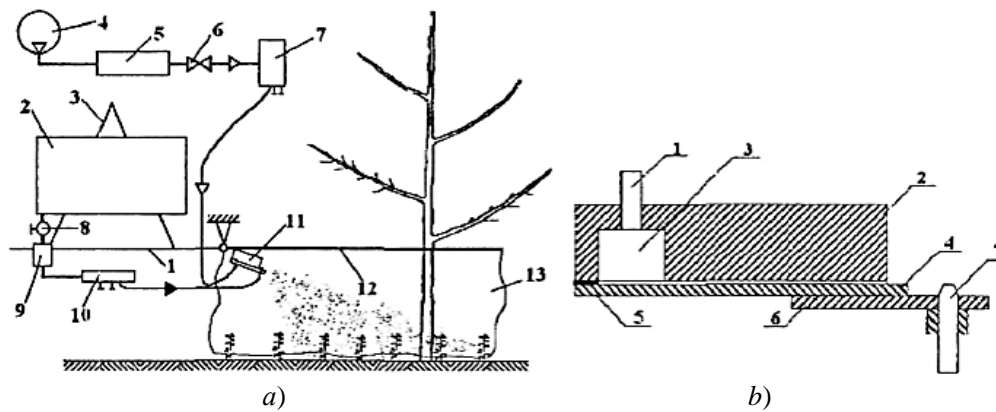


Рисунок 4. Технологическая схема устройства для обработки приствольной зоны (а) и схема распылителя (b):

a) 1 – рама; 2 – бак; 3 – навеска; 4 – компрессор; 5 – ресивер; 6 – кран; 7 – воздушный коллектор; 8 – расходный кран; 9 – уравнивающая емкость; 10 – коллектор; 11 – эжекционно-щелевой распылитель; 12 – поворотное устройство; 13 – фартук; б) 1 – воздушная трубка; 2 – корпус; 3 – проточная камера; 4 – пластина для получения полуограниченной воздушной струи; 5 – прокладка; 6 – пластина крепления питательной трубки; 7 – плоская питательная трубка

Figure 4. Technological scheme of the device for processing the near-trunk zone (a) and the scheme of the sprayer (b):

a) 1 – frame; 2 – tank; 3 – suspension; 4 – compressor; 5 – receiver; 6 – tap; 7 – air collector; 8 – flow valve; 9 – equalizing tank; 10 – collector; 11 – ejection-slot sprayer; 12 – rotary device; 13 – apron; б) 1 – air tube; 2 – housing; 3 – flow chamber; 4 – plate for receiving a semi-limited air jet; 5 – gasket; 6 – plate for fixing the feeding tube; 7 – flat feeding tube

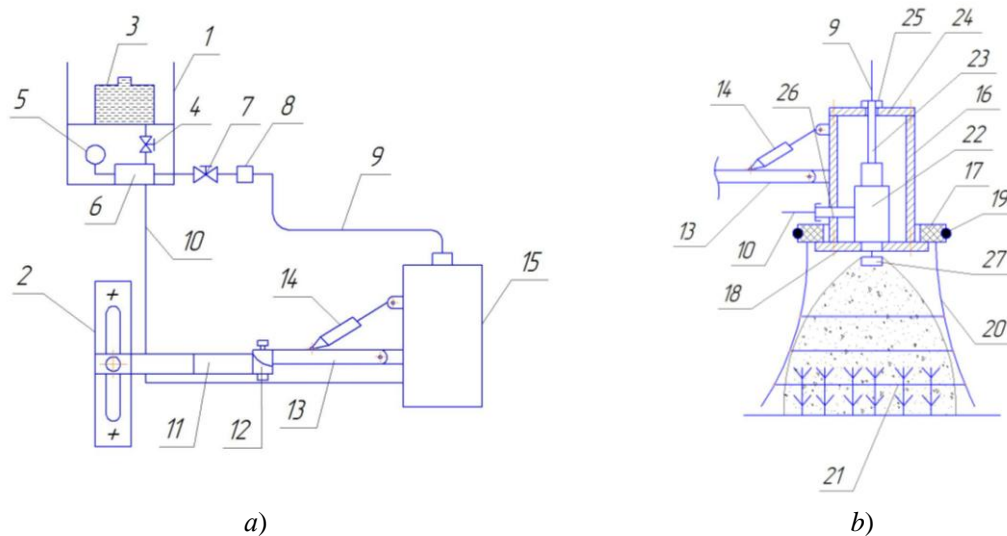


Рисунок 5. Конструктивно-технологическая схема устройства для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений (а) и исполнительный механизм (b):

1 – рама; 2 – система навески; 3 – емкость для гербицида; 4 – вентиль для подачи рабочей жидкости; 5 – компрессор; 6 – ресивер; 7 – вентиль для подачи воздуха; 8 – регулятор давления воздуха; 9, 10 – пневматический и гидравлический шланги; 11 – телескопическая штанга; 12 – поворотное устройство; 13 – поворотная штанга; 14 – гидроцилиндр; 15 – исполнительный механизм; 16 – корпус исполнительного механизма; 17 – диск; 18 – нижняя крышка; 19 – прорезиненное кольцо; 20 – ворсы, изготовленные из полипропилена; 21 – кольца, изготовленные из полипропилена; 22 – пневмоакустический распылитель; 23 – сгон; 24 – верхняя крышка; 25 – переходник; 26 – штуцер; 27 – резонатор

Figure 5. Design and technological scheme of the device for applying herbicide to the trunk strips of fruit plantations (a) and the actuator (b):

1 – frame; 2 – attachment system; 3 – container for herbicide; 4 – valve for supplying working fluid; 5 – compressor; 6 – receiver; 7 – valve for air supply; 8 – air pressure regulator; 9, 10 – pneumatic and hydraulic hoses; 11 – telescopic rod; 12 – rotary device; 13 – rotary rod; 14 – hydraulic cylinder; 15 – actuator; 16 – actuator body; 17 – disc; 18 – bottom cover; 19 – rubberized ring; 20 – nozzles made of polypropylene; 21 – rings made of polypropylene; 22 – pneumoacoustic atomizer; 23 – fold; 24 – top cover; 25 – adapter; 26 – fitting; 27 – resonator

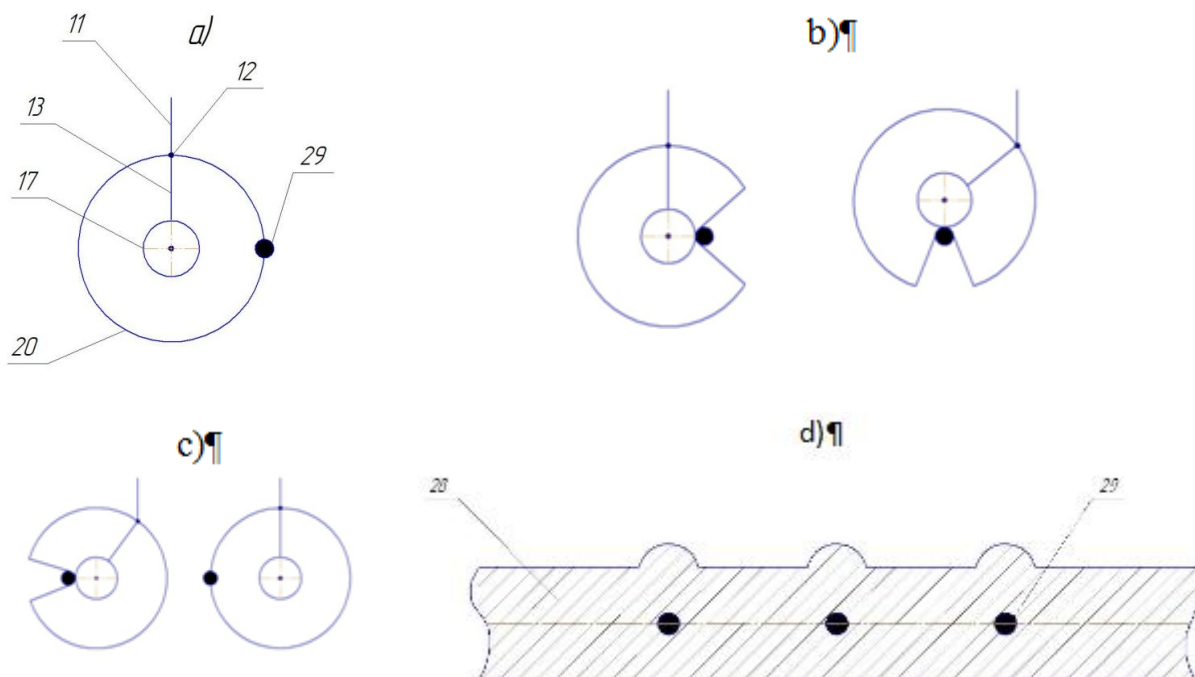


Рисунок 6. Технологическая схема работы гербицидной установки при обработке сорных растений вдоль приствольной полосы и вокруг штамба дерева:
11 – телескопическая штанга; 12 – поворотное устройство; 13 – поворотная штанга; 17 – диск;
20 – ворсы; 28 – приствольная полоса плодовых насаждений; 29 – штамп дерева.

Figure 6. Technological scheme of the herbicide plant for the treatment of weeds along the trunk strip and around the tree trunk:
11 – telescopic rod; 12 – rotary device; 13 – rotary rod; 17 – disc; 20 – pile; 29 – tree stem

в сторону, и диск 17, вращаясь вместе с ворсами 20, обходит нижнюю часть штамба дерева 29 со стороны полотна террасы (рис. 6b), нанося рабочую жидкость на листья сорных растений, не повреждая кору в нижней части штамба дерева 29. При выходе диска 17 из зацепления с нижней частью штамба дерева 29 (рис. 6c) происходит дальнейшая обработка приствольной полосы 28. Вид обработанной приствольной полосы 28 и приштамбовой зоны дерева 29 показан на рисунке 6d.

Предлагаемая установка, по сравнению, с прототипом и другими известными техническими решениями, имеет следующие преимущества:

- способность увеличения проникающей способности аэрозоля вглубь сорных растений с равномерным распределением капель на их листовой поверхности;
- способность внесения гербицида в приствольные полосы и приштамбовую зону плодовых насаждений на террасированном склоне со всех сторон за один проход;

- способность снижения расхода рабочей жидкости и травмирования коры плодового дерева при его обходе;

- способность повышения производительности.

Выводы. 1. Одной из проблем, с которыми сталкиваются производители плодов в террасном садоводстве, является борьба с сорной растительностью в приствольных полосах плодовых насаждений. Данный технологический процесс осложняется тем, что подход к линии ряда плодовых насаждений имеется только с одной стороны – со стороны полотна террасы, другая же сторона ограничивается откосом террасы.

2. Опыт использования машин для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений показал, что для их эффективной работы необходимо два смежных прохода вдоль линии ряда плодовых насаждений, что в условиях террасного садоводства обеспечить невозможно.

3. Обоснована конструктивно-технологическая схема гербицидной установки, позволяющая за один проход вдоль линии ряда обеспечить эффективную обработку приствольной полосы и приштамбовую зону плодовых насаждений в террасном садоводстве.

Список литературы

1. Алтухов А. И. Сельскохозяйственному производству страны необходима новая концепция размещения и специализации // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 8. С. 7–14. DOI: 10.31442/0235-2494-2019-0-8-7-14. EDN: EUMVAS
2. Велибекова Л. А. Новые тенденции в развитии промышленного садоводства Дагестана // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 2. С. 72–78. DOI: 10.32651/202-73. EDN: GFGYTX
3. Григорьева Л. В. Агробиологические аспекты повышения продуктивности яблони в насаждениях ЦЧР РФ: автореферат дис. ... доктора с.-х. наук. Краснодар, 2015. 47 с.
4. Григорьева Л. В. Факторы повышения продуктивности яблоневого насаждения // Садоводство и виноградарство. 2002. № 4. С. 3–5. EDN: GRMTLO
5. Ефремов И. А., Иванова Е. В. Тенденции развития отрасли садоводства в России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13. № 4(67). С. 276–286. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.4.276. EDN: SSLVYZ
6. Коваленко Н. Я., Ибиев Г. З. Производство и эффективность плодово-ягодной продукции в регионе // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 3. С. 67–70.
7. Кирьянова А. Плодоводство в России: результаты, перспективы и технологии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agbz.ru/articles/plodovodstvo-v-rossii-rezultatyi-perspektivy-i-tehnologii> (дата обращения: 05.02.2025).
8. Пшихачев Т. Х. Езаов А. К., Кудаев Р. Х. Состояние и перспективы развития садоводства в КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2015. № 3 (9). С. 38–42. EDN: ARRCBL
9. Мишхожев К. В., Хажметова А. Л., Хажметов Л. М. Анализ методов борьбы с сорной растительностью в приствольных полосах плодовых насаждений на террасированных склонах // Разработка и применение наукоемких технологий в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. С. 165–168. EDN: OUTSQD
10. Хажметов Л. М., Мишхожев К. В. Особенности обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве // Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия: материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. С. 299–303. EDN: TQYZLE
11. Тхагапсова А. Р., Мишхожев К. В., Хажметов Л. М. Особенности конструкции защитного фартука гербицидной штанги при обработке приствольных полос плодовых насаждений // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сб. науч. тр. II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. С. 158–162. EDN: XGTMRI
12. Мишхожев К. В., Хажметов Л. М., Хажметов К. Л. Тенденция развития установок для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений в террасном садоводстве // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сб. науч. тр. III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2023. С. 141–146. EDN: LPRZWX
13. Тхагапсова А. Р., Мишхожев К. В., Хажметов Л. М. Совершенствование технических средств для обработки приствольных полос плодовых насаждений в террасном садоводстве // Инновационные решения в строительстве, природообустройстве и механизации сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. С. 133–136. EDN: MLGJFM
14. А. с. СССР № 1423031, АО1С23/00, А01М7/00. Устройство к опрыскивателям для внесения гербицидов на виноградниках / Г. Ю. Кулиев, Г. Г. О. Гаджиев, Я. Г. Гаджиев [и др.]; заявитель и патентообладатель Азербайджанский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. № 357341630-15; заявл. 04.04.83; опубл. 15.09.88. Бюл. № 34.

15. А. с. СССР № 1470219, А01С23/00, А01М7/00. Устройство для внесения гербицидов в рядах насаждений сельскохозяйственных культур / Г. И. Гегелидзе, О. С. Лацабидзе, В. Э. Мирианашвили; заявитель и патентообладатель Грузинский сельскохозяйственный институт. № 4294999; заявл. 11.08.87; опубл. 07.04.89. Бюл. № 13.

16. А. с. СССР № 1337021, А01М 7/00 Устройство для обработки междустовых пространств ядохимикатами / Н. Я. Бордугув; заявитель и патентообладатель Научно-исследовательское объединение по эфиромасличным культурам и маслам. № 3989102/30; заявл. 09.12.85; опубл. 15.09.87. Бюл. № 34.

17. Бросалин В. Г., Манаенков К. А. Исследование садовой гербицидной штанги и определение вылива рабочего раствора по площади приствольной полосы // Научные основы эффективного садоводства: труды ВНИИС им. И. В. Мичурина. Воронеж: Кварта, 2006. С. 519–532. EDN: BQWEKI

18. Пат. 2350065 Российская Федерация, МПК7 А01М21/04. Устройство для внесения гербицида в приствольную полосу сада / В. Г. Бросалин, К. А. Манаенков; заявитель и патентообладатель Мичуринский гос. агр. унив. и ООО «Научно-производственный центр «ТехноСад» № 2007121251/12; заявл. 06.06.2007; опубл. 23.03.2009. Бюл. № 24.

19. Пат. 200666 Российская Федерация, МПК А01М 21/04. Опрыскиватель навесной гербицидный виноградниковый / Э. Ш. Османов; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского». № 2020119834; заявл. 08.06.2020; опубл. 05.11.2020. Бюл. № 31.

20. Пат. 2275022 Российская Федерация, МПК7 С1 А01М 7/00 Опрыскиватель ультрамалообъемный / Е. И. Трубилин, С. М. Борисова, В. В. Цыбулевский и др.; заявитель и патентообладатель Кубанский ГАУ № 2004124318/12; заявл 09.08.2004, опубл 27.04.2006. Бюл № 12.

21. Пат. 218767, Российская Федерация, МПК А01М7/00, А01М21/04. Устройство для внесения гербицида в приствольные полосы плодовых насаждений на террасированных склонах / А. К. Апажев, Л. М. Хажметов, Ю. А. Шекихачев [и др.]; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет. № 2022129135; заявл. 08.11.22; опубл. 09.06.23. Бюл. № 16. 2 с.

22. Пневмоакустический распылитель для внесения гербицида в приствольные полосы многолетних насаждений / Л. М. Хажметов, Ю. А. Шекихачев, А. Л. Хажметова [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2022. № 2(50). 33. DOI: 10.51419/202122230. EDN: PZECRC

References

1. Altukhov A.I. The country's agricultural production needs a new concept of location and specialization. *Economics of agricultural and processing enterprises*. 2019;(8):7–14. (In Russ.). DOI: 10.31442/0235-2494-2019-0-8-7-14. EDN: EUMVAS

2. Velibekova L.A. New trends in the development of industrial horticulture in Dagestan // The economics of agriculture in Russia. 2020. No. 2. pp. 72-78. (In Russ.). DOI: 10.32651/202-73. EDN: GFGYTX

3. Grigorieva L.V. Agrobiological aspects of increasing apple productivity in plantations of the Central Black Earth Region of the Russian Federation: abstract of dis. ... Doctor of Agricultural Sciences. Krasnodar, 2015. 47 p. (In Russ.)

4. Grigorieva L.V. Faktory povysheniya produktivnosti jablonevyh nasazhdenij. *Horticulture and viticulture*. 2002;(4):3–5. (In Russ.). EDN: GRMTLO

5. Efremov I.A., Ivanova E.V. Development trends in horticultural industry in Russia *Vestnik of Voronezh state agrarian university*. 2020;13(4):276–286. DOI: 10.17238/issn2071-2243. 2020.4.276. (In Russ.). EDN: SSLVYZ

6. Kovalenko N.Ya., Ibiev G.Z. Production and efficiency of fruit and berry products in the region. *Economics of agriculture of Russia*. 2019;(3):67–70. (In Russ.). DOI: 10.32651/193-67. EDN: ZADZLN

7. Kiryanova A. Plodovodstvo v Rossii: rezul'taty, perspektivy i tehnologii. URL: <http://www.agbz.ru/articles/plodovodstvo-v-rossii--rezultatyi-perspektivy-i-tehnologii>. Accessed: 05.02.2025. (In Russ.)

8. Pshikhachev T.Kh., Ezaov A. K., Kudaev R. Kh. State and perspectives of developing gardening in KBR. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2015;3(9):38–42. (In Russ.). EDN: ARRCBL

9. Mishkhozhev K.V., Khazhmetova A.L., Khazhmetov L.M. Analysis of methods of weed control in trunk strips of fruit plantations on terraced slopes. *Razrabotka i primeneniye naukoemkikh tehnologiy v stroitel'stve, prirodoobustrojstve i mehanizacii sel'skohoz'jajstvennogo proizvodstva»: materialy Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii/ [Development and application of high technologies in*

construction, environmental management and mechanization of agricultural production": materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik: Kabardino-Balkarskij GAU, 2022. Pp. 165–168. EDN: OUTSQD

10. Khazhmetov L.M., Mishkhozhev K.V. Features of processing of trunk strips of fruit plantations in terraced gardening. *Nauka, obrazovanie i biznes: novyj vzgljad ili strategija integracionnogo vzaimodejstviya: materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj pamjati pervogo Prezidenta Kabardino-Balkarskoj Respubliki Valerija Muhamedovicha Kokova* [Science, education and business: a new perspective or strategy of integration interaction: proceedings of the II International scientific and practical conference dedicated to the memory of the first President of the Kabardino-Balkarian Republic Valery Mukhamedovich Kokov]. Nalchik: Kabardino-Balkarskij GAU, 2022. Pp. 299–303. EDN: TQYZLE

11. Tkhangapsova A.R., Mishkhozhev K.V., Khazhmetov L.M. Features of the design of the protective apron of the herbicide rod when processing the ground strips of fruit plants. *Aktual'nye problemy agrarnoj nauki: prikladnye i issledovatel'skie aspekty»: sb. nauch. tr. II Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoj konferencii* [Actual problems of agricultural science: applied and research aspects": collection of scientific papers of the II All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik: Kabardino-Balkarskij GAU, 2022. Pp. 158–162. (In Russ.). EDN: XGTMRI

12. Mishkhozhev K.V., Khazhmetov L.M., Khazhmetov K.L. Trend in development of installations for application of herbicide in ground strips of fruit plants in terrace gardening. *Aktual'nye problemy agrarnoj nauki: prikladnye i issledovatel'skie aspekty: sb. nauch. tr. III Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoj konferencii* [Actual problems of agricultural science: applied and research aspects: collection of scientific papers of the III All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik: Kabardino-Balkarskij GAU, 2023. Pp. 141–146. (In Russ.). EDN: LPRZWX

13. Tkhangapsova A.R., Mishkhozhev K.V., Khazhmetov L.M. Improvement of technical means for processing trunk strips of fruit plantations in terraced gardening. *Innovacionnye reshenija v stroitel'stve, prirodoobustrojstve i mehanizacii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva: materialy Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoj konferencii* [Innovative solutions in construction, environmental management and mechanization of agricultural production: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference]. Nalchik: Kabardino-Balkarskij GAU, 2022. Pp. 133–136. (In Russ.). EDN: MLGJFM

14. A. S. SSSR № 1423031, AO1S23/00, A01M7/00. Ustrojstvo k opryskivateljam dlja vnesenija gerbicidov na vinogradnikah. G.Ju. Kuliev, G.G.O. Gadzhiev, Ja.G. Gadzhiev [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Azerbajdzhszkij nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii i jelektrifikacii sel'skogo hozjajstva. № 357341630-15; zajavl. 04.04.83; opubl. 15.09.88, Bjul. № 34. (In Russ.)

15. A. S. SSSR № 1470219, AO1S23/00, A01M7/00. Ustrojstvo dlja vnesenija gerbicidov v rjadah nasazhdenij sel'skohozjajstvennyh kul'tur. G.I. Gegalidze, O.S. Lacabidze, V.Je. Mirianashvili; zajavitel' i patentoobladatel' Gruzinskij sel'skohozjajstvennyj institut. № 4294999; zajavl. 11.08.87; opubl. 07.04.89. Bjul. № 13. (In Russ.)

16. A. S. SSSR № 1337021, A01M 7/00 Ustrojstvo dlja obrabotki mezhekustovyh prostranstv jadohimikatami. N.Ja. Bordugov; zajavitel' i patentoobladatel' Nauchno-issledovatel'skoe ob#edinenie po jefiromaslichnym kul'turam i maslam. № 3989102/30; zajavl. 09.12.85; opubl. 15.09.87. Bjul. № 34. (In Russ.)

17. Brosalin V.G., Manaenkov K.A. Issledovanie sadovoj gerbicidnoj shtangi i opredelenie vyлива rabocheho rastvora po ploshhadi pristvol'noj polosy. *Nauchnye osnovy effektivnogo sadovodstva: trudy VNIIS im. I. V. Michurina* [Scientific foundations of effective gardening: Works of the All-Russian Research Institute of Herbicides named after I. V. Michurin]. Voronezh: Kvarta, 2006. Pp. 519–532. (In Russ.). EDN: BQWEKI

18. Pat. 2350065 Russian Federation, Int. Cl. A01C 23/02. Device for undertree gardening herbicide solution application. V.G. Brosalin, K.A. Manaenkov; applicant and patent holder of Proprietor(s): FGOU VPO "Michurinskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet" (RU), OOO "Nauchno-proizvodstvennyj tsentr "TekhnoSad". No 2007121251/12; application 06.06.2007; publ. 23.03.2009, Bull. No. 24. (In Russ.)

19. Pat. 200666 Russian Federation, MPK A01M 21/04. Mounted herbicidal vineyard sprayer. E.Sh. Osmanov; applicant and patent holder of FGAOU VO «KFU im. V.I. Vernadskogo». No. 2020119834; application 06.08.2020; publ. 05.11.2020, Bull. No. 31. (In Russ.)

20. Pat. 2275022 Russian Federation, Int. Cl. A01M 7/00. Supersmall-capacity sprayer. Trubilin E.I., Borisova S.M., Tsybulevskij V.V., Kutseev V.V.; applicant and patent holder Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, No. 2004124318/12; application 09.08.2004, publ. 27.04.2006, Bull. No.12. (In Russ.)

21. Pat. 218767, Rossijskaja Federacija, MPK A01M7/00, A01M21/04. Ustrojstvo dlja vnesenija gerbicida v pristvol'nye polosy plodovyh nasazhdenij na terrasirovannyh sklonah. A.K. Apazhev, L.M. Hazhmetov, Ju.A. Shekihachev [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Kabardino-Balkarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. № 2022129135; zajavl. 08.11.22; opubl. 09.06.23, Bjul. № 16. 2 p. (In Russ.)

22. Khazhmetov L.M., Shekikhachev Yu.A., Khazhmetova A.L. [et al.]. Pneumoacoustic sprayer for applying herbicide to the near-stem strips of perennial plantations. *AgroEcoInfo*. 2022;2(50):33. (In Russ.). DOI: 10.51419/202122230. EDN: PZECRC

Сведения об авторах

Мишхожев Кантемир Владиславович – аспирант кафедры «Техническая механика и физика», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

Хажметов Луан Мухажевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая механика и физика», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 6145-0808

Information about the authors

Kantemir V. Mishkhozhev – Postgraduate student of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Luan M. Khazhmetov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6145-0808

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author Contributions. All authors of this study were directly involved in the planning and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version presented.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 03.02.2025;
одобрена после рецензирования 22.02.2025;
принята к публикации 04.03.2025.*

*The article was submitted 03.02.2025;
approved after reviewing 22.02.2025;
accepted for publication 04.03.2025.*

Пищевые системы

Food Systems

Научная статья

УДК 574.52:57.014

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-83-93

**Оценка окислительно-восстановительных свойств и механизмов
диффузии экстрактов, имеющих альгиновые биогели****Анна Тимофеевна Васюкова^{✉1,2}, Марина Дмитриевна Веденяпина³,
Евгений Юрьевич Латышев²**¹Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского, Шоссе Энтузиастов, д. 50, Балашиха, Московская область, Россия, 143907²Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, д. 11, Москва, Россия, 125080³Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН, Ленинский проспект, д. 47, Москва, Россия, 119334^{✉1}Vasyukova-at@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>²mvedenyapina@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5348-8618>³jack77793@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1409-4007>

Аннотация. Полученные в многочисленных исследованиях результаты окислительно-восстановительного состояния различных сред (альгиновых биогелей, водных экосистем, коллоидных дисперсных и эмульсионных систем) позволяют лучше оценить механизмы и выявлять особенности их стабильности. Дисперсность стабилизируемых эмульсий зависит от размера частиц, энергии их адсорбции на межфазной поверхности. Молекулы поверхностно-активных веществ, наночастицы, могут как адсорбироваться на межфазной поверхности, так и десорбироваться. Наночастицы дезамидированного глиаина и дубильной кислоты стабилизируют эмульсию с высоким содержанием внутренней фазы. Выявлены зависимости инвертных эмульсий от полярной жидкости (воды). Установлена стабильность эмульсий, полученных с применением синтезированных эмульгаторов. Альгиновые биогели стабилизируют структуру студней и увеличивают вязкость этих систем. Использование биогелей в эмульсионных средах сообщает им стойкость и нерасслаиваемость длительный период. Получение микрочастиц данного геля в структуре студня или эмульсии незначительное, поскольку концентрация использованного Na-альгината остается постоянной. Целью работы являлось изучение окислительно-восстановительных свойств и механизмов диффузии экстрактов, имеющих альгиновые биогели. Материалы и методы исследования: Рабочие растворы были приготовлены на дистиллированной воде. Для исследований использовались водные и спиртовые ультразвуковые экстракты водорослей (фукуса, хлореллы, спирулины). Методом циклической вольтамперометрии (ЦВА) определены редокс-свойства анализируемого вещества в водной среде. Содержание сухих веществ определяли рефрактометрическим методом на рефрактометре ИРФ-454 Б2М. Оценены окислительно-восстановительные свойства, механизмы заряда-разряда и электрохимическая стабильность экстрактов, в состав которых входят альгиновые биогели. Установлено, что использование различных водорослей (фукуса, хлореллы, спирулины), содержащих Na-альгинат, позволяет получить спиртовые и водные экстракты различной степени насыщенности пищевыми и биологически активными веществами. Наиболее эффективным был способ ультразвуковой экстракции, позволяющий в течение 30 минут получить насыщенные экстракты трех видов водорослей. Методом ЦВА определены параметры окислительно-восстановительных реакций органических соединений в исследуемых водных экстрактах.

Ключевые слова: ультразвуковой экстракт, водоросли, редокс свойства, циклическая вольтамперометрия, биогели

Для цитирования. Васюкова А. Т., Веденяпина М. Д., Латышев Е. Ю. Оценка окислительно-восстановительных свойств и механизмов диффузии экстрактов, имеющих альгиновые биогели // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 83–93. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-83-93

Original article

Evaluation of oxidation-reduction properties and diffusion mechanisms of extracts containing alginic biogels

Anna T. Vasyukova^{✉1,2}, Marina D. Vedenyapina³, Evgeny Yu. Latyshev²

¹Vernadsky Russian State University of National Economy, 50 Shosse Entuziastov, Balashikha, Moscow region, Russia, 143907

²Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), 11 Volokolamskoe Shosse, Moscow, Russia, 125080

³N.D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry, Russian Academy of Sciences, 47 Leninsky Prospekt, Moscow, Russia, 119334

✉¹Vasyukova-at@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

²mvedenyapina@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5348-8618>

³jack77793@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1409-4007>

Abstract. The results of the oxidation-reduction state of various media (algin biogels, aquatic ecosystems, colloidal dispersed and emulsion systems) obtained in numerous studies allow us to better evaluate the mechanisms and identify the features of their stability. The dispersion of stabilized emulsions depends on the particle size, the energy of their adsorption on the interfacial surface. Molecules of surfactants, nanoparticles, can both be adsorbed on the interphase surface and desorbed. Nanoparticles of deamidated gliadin and tannic acid stabilize an emulsion with a high content of the internal phase. Dependences of invert emulsions on a polar liquid (water) are revealed. Stability of emulsions obtained using synthesized emulsifiers is established. Alginic biogels stabilize the structure of jellies and increase the viscosity of these systems. The use of biogels in emulsion media imparts stability and non-separation to them for a long period. Obtaining microparticles of this gel in the structure of jelly or emulsion is insignificant, since the concentration of the used Na-alginate remains constant. The aim of the work was to study the oxidation-reduction properties and diffusion mechanisms of extracts containing alginic biogels. Materials and methods of research: Working solutions were prepared in distilled water. Aqueous and alcoholic ultrasonic extracts of algae (fucus, laminaria, chlorella) were used for the studies. The electrochemical properties of the analyzed substance in solution were determined by cyclic voltammetry (CVA). The dry matter content was determined by refractometric method on an IRF-454 B2M refractometer. The oxidation-reduction properties, charge-discharge mechanisms and electrochemical stability of extracts containing alginic biogels were estimated. It was found that the use of various algae (fucus, laminaria, chlorella) containing Na-alginate allows obtaining alcohol and water extracts of varying saturation with food and biologically active substances. The most effective method was ultrasonic extraction, allowing saturated extracts of three algae species to be obtained within 30 minutes. The concentration of dry substances in all samples obtained by ultrasonic extraction exceeds that of samples with water extraction. The same dependence is noted in the color intensity of all samples. The CVA method revealed oxidative instability of organic compounds in the studied aqueous extracts.

Keywords: ultrasonic extract, algae, redox properties, cyclic voltammetry, biogels

For citation. Vasyukova A.T., Vedenyapina M.D., Latyshev E.Yu. Evaluation of oxidation-reduction properties and diffusion mechanisms of extracts containing alginic biogels. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):83–93. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-83-93

Введение. Микроводоросли – очень разнообразные фотосинтетические организмы с более высокой скоростью роста и простыми потребностями в питании. Они эволюционировали с эффективностью адаптации к широкому диапазону условий окружающей среды, что приводит к генетическому разнообразию. Водоросли составляют почти половину мирового фотосинтеза, что делает их важнейшими игроками в секвестрации CO₂. Кроме того, они обладают метаболическими способностями производить новые вторичные метаболиты фармацевтического, нутрицевтического и промышленного назначения (Kato, 2021) [1]. Существует множество проблем в генной инженерии, связанных с большим разнообразием водорослей, но многочисленные применения вторичных метаболитов делают эту область исследований очень важной для биотехнологической промышленности.

Микроводоросли – эукариотические организмы, которые эволюционировали в результате серии первичных и вторичных эндосимбиозов (Fu et al., 2019) [2]. Они распространены повсеместно в природе и адаптированы к широкому спектру условий окружающей среды. Микроводоросли считаются наиболее перспективным сырьем для производства метаболитов из-за их более высокой скорости роста, производства биомассы и простоты культивирования. Однако повышение продуктивности зависит от ряда параметров, включая интенсивность освещения и потребность в питательных веществах, которая варьируется в зависимости от вида и целевого метаболита (Gimpel, J.A., 2015) [3]. Водоросли широко используются в качестве структурообразователей, загустителей, в производстве противомикробных препаратов, фотозащитных средств, биопластиков (Bajhaiya, A.K., 2017; Bajhaiya, A.K., Sriniketanam, A., 2021) [4, 5], противовирусных препаратов и т.д. (Fu et al., 2019) [2].

Социально-экономическое значение ламинарии восходит к древнейшим временам в истории человечества (Erlandson et al., 2007) [6]. Потребление морских водорослей в пищу восходит к эпохе викингов в Норвегии (Mouritsen et al., 2013) [7], и они остаются традиционной пищей для некоторых прибрежных общин Скандинавии, в Японии, а также для народов инуитов и саамов

(Wernberg et al., 2019) [8]. Древние люди знали, что биомасса морских водорослей является богатым источником питания даже для животных, и их потребление, возможно, помогло первым колонизаторам американского континента путешествовать вдоль Тихоокеанского побережья по «Шоссе из водорослей» (Erlandson et al., 2007) [6]. Более того, считается, что потребление морской пищи, богатой жирными кислотами омега-3 и другими необходимыми питательными веществами, могло помочь развитию человеческого мозга у ранних предков Homo (Cornish M.L., et al., 2017) [9]. Водоросли также остались частью культуры и истории этих прибрежных народов, передаваясь через устную традицию, как одно из важнейших божеств в мифе маори: Хине-нуи-(и)-те-по. Хине-нуи-(и)-те-по, или «Великая леди ночи», считается королевой подземного мира, и ее описывают как имеющую глаза из зеленого камня, волосы, похожие на водоросли, зубы, похожие на обсидиан, и рот, похожий на барракуду (Perris, S. 2018) [10].

Известны также морские салат и виноград, которые относятся к хлорофитам. Они широко популярны в Японии и Азии. В этих странах из зеленых водорослей готовят супы и салаты в большом ассортименте [8, 11].

К семейству феофитов относятся вакаме, араме, хидзики и ламинарии. Блюда, приготовленные из вакаме, обладают нежным и приятным вкусом. Ламинария содержит альгиновые биогели в больших концентрациях, что позволяет ее использовать в качестве структурообразователя и загустителя в кулинарной практике. Наиболее популярна водоросль у японцев – комбу. Благодаря этой водоросли кулинары обеспечивают блюдам уникальный вкус умами [6, 12].

Красные водоросли (родофиты) включают в себя обычно употребляемые в пищу водоросли, такие как нори, дульс и ирландский мох. Нори повсеместно в азиатской и японской кухне применяют в качестве ингредиентов суши-роллов. Отличаются эти водоросли уникальной цветовой гаммой, которую сообщает им пигмент – фикоэритрин [11, 12].

К семейству микроводорослей относятся сине-зеленые водоросли и цианобактерии [13]. Они отличаются высокой концентрацией полисахаридов и фенольных веществ [14]. Применяют данные водоросли в кулинарии и

фармации [15]. К данной группе относится и хлорелла [16], которая отличается белково-полисахаридным комплексом и витаминно-минеральным составом [17, 18]. Для использования в терапевтических целях из нее готовят препараты в виде жидкости или порошка.

Важным является выявление функционально-технологических свойств в рассматриваемой группе фототрофных организмов, которые можно целенаправленно использовать при изготовлении различных кулинарных изделий. Для новой продукции важны не только пищевая ценность, калорийность, вкусовые достоинства, но и внешний вид. Альгиновые биогели могут выступать отличными структурообразователями при изготовлении низкокалорийных майонезов и мясных эмульсий в колбасном производстве. Ламинария используется в качестве ингредиента в технологии закусок, супов, салатов и горячих блюд. Спирулина используется в десертах и кондитерских изделиях в качестве красителя – зеленого цвета. Наиболее полно водоросли раскрыты в азиатской кухне. Это достаточно широкий перечень блюд и кулинарных изделий.

Цель исследования – оценка окислительно-восстановительных свойств и механизмов диффузии экстрактов, имеющих альгиновые биогели.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектами исследования были водные и спиртовые ультразвуковые экстракты фукуса, хлореллы и спирулины, содержащие альгиновые биогели. Рабочие растворы были приготовлены на дистиллированной воде.

Окислительно-восстановительные свойства экстрактов определяли методом циклической вольтамперометрии (ЦВА). Во время эксперимента с определённой скоростью потенциал изменяется от одного значения к другому и обратно. Полученная вольтамперограмма представляется в координатах «ток–потенциал». Молекулы исследуемого раствора адсорбируются на электроде.

Исследование выполнено в диапазоне от – 2050 до + 2000 (Е, мВ) милливольт. Определены потенциалы редокс-процессов. Карбонат калия имел квалификацию «ч.д.а.». Использованы также рабочие растворы с сульфатом. Показатели ЦВА отмечали прибором ИРС Софраст через компьютер. Рабочим электродом выбрана золотая проволока, впаянная

в стекло, \varnothing 0,3 мм и $l = 0,3$ см. Вспомогательный электрод – платиновая проволока \varnothing 0,3 мм и $l = 0,3$ см, впаянная в стекло. Электрод сравнения – Ag/AgCl/3М KCl. Объем рабочего раствора 20 мл. В качестве фонового электролита 0,05 М раствор K_2CO_3 с рН 11,1 (табл. 1).

Таблица 1. Влияющие факторы процесса окисления водных вытяжек водорослей
Table 1. Influencing factors of the oxidation process of aqueous extracts of algae

Наименование показателей	Значения показателей
Вещество	Спиртовая вытяжка/ водная вытяжка
Рабочий раствор	карбонат/сульфат + вытяжка = 1:1
Объем рабочего раствора, V	4 мл
Рабочий электрод, W	Au проволока, $d \approx 2$ мм
Противоэлектрод, С	Pt, $d=0,5$ мм
Электрод сравнения, R	Ag-AgCl 3М

Метод ЦВА заключается в регистрации зависимости тока от потенциала, изменяющегося во времени по линейному закону [19].

Результаты исследования. Использование ультразвуковой установки, основанной на ультразвуковом методе экстракции (ОАЭ) (Квасенков О. И. и др., 1994) спиртовых экстрактов из водорослевого сырья, позволил приготовить насыщенный раствор экстрактов. Механизм получения спиртовой вытяжки из фукуса, хлореллы и спирулины основан на эффекте сильной кавитации, которая возникает вследствие возмущения и высокого ускорения, создаваемого ультразвуком. Функция разрушения и смешивания многоступенчатого эффекта, создаваемого давлением ультразвукового излучения, которое является частью потерь механической энергии жидкости в процессе экстракции, увеличивает частоту и скорость молекулярного движения микрочастиц водорослей, увеличивает проникновение этилового спирта, повышает концентрацию целевого компонента в раствори-теле и способствует извлечению пищевых

и пигментоокрашенных веществ из водорослей в экстракт. Когда ультразвуковые волны проходят через матрицу, они вызывают последовательность колебаний сжатия и разрежения. Эти колебания передаются через твердую, жидкую или газовую среду, в результате чего молекулы смещаются и вытесняются из их первоначальных мест (паренхимной ткани) сырья растительного происхождения (водорослей). Это приводит к дополнительному уменьшению полной механической энергии потока жидкости на выходе из ультразвуковой системы (Руденко М. Г., 2006). Градиент давления во время разрежения превосходит силу притяжения, связывающую молекулы вместе, разделяя их и образуя акустическую кавитацию при давлении высокой интенсивности (McDonnell & Tiwari, 2017). Кавитация происходит, когда статическое давление жидкости падает ниже давления пара, образуя заполненные паром полости. В результате применения ультразвуковой кавитации возможно максимальное извлечение экстрактивных веществ из трех исследуемых образцов, установление количественного состава изучаемых мисцелл и определение сублимационных искажений состава экстракта. В процессе кавитации образующиеся "пузыри" или "пустоты" рушатся под высоким давлением и вызывают ударные волны, которые и обеспечивают разрушение клеток растительного сырья. Эта адаптация давления вызывает образование кавитационных пузырьков из ядра матрицы. Одновременно пузыри кавитации продолжают расти, прежде чем они становятся нестабильными и разрушаются в процессе барботирования в экстрактор. Образование, расширение и распад пузырьков в матрице исследовано рядом отечественных и зарубежных ученых (S. He, F. Biedermann, N. Vankova, and all, 2018; Касьянов Г.И. и др., 1996; Рыбалко А.В., 1992; Schneider H.J., 2024). Рассматриваемый процесс может быть объяснен явлением акустической кавитации. Однако здесь нельзя исключить роль гидрофобной гидратации в формировании биологических мембран и в сворачивании белков, а также важность электростатических взаимодействий в гидратации полярных и ионных видов, вытекающих из неравенств Гиббса, которые накладывают строгие энергетические верхние и нижние границы как для сво-

бодных энергий гидратации, так и для энтропий (D. Ben-Amotz, R. Underwood, 2008). Осуществляющийся в процессе ультразвуковой кавитации распад пузырьков воздуха создает высокую температуру и давление, что порождает непроницаемые микропотоки и турбулентные процессы. Эти эффекты в совокупности создают искажение клеточной стенки и диффузию растворителя в матрицу. Растворитель выщелачивает питательные вещества в окружающую среду, обеспечивая процесс экстракции. В результате уменьшения размера частиц и механического воздействия растворитель можно лучше различить, что приводит к увеличению площади поверхности контакта с твердым веществом и жидкостью. Ранее Xie, Huang, Zhang, You & Zhang (2015), выполняя экстракцию биоактивных соединений, получил сопоставимые данные.

Полученные в результате эксперимента спиртовые экстракты фукуса, хлореллы и спирулины исследовали методом циклической вольтамперометрии (ЦВА). Постоянно взаимодействуя с электрическим током, электролиты играют важную роль при определении веществ, диссоциируемых в растворе, которые становятся носителями электрического заряда. Но что делает электролиты проводящими, в то время как обычные вещества, такие как спирты, не проявляют такие свойства? Спирты состоят из гидроксильной группы (-ОН). Несмотря на наличие гидроксильной группы, спирты не делятся на ионы при растворении и поэтому не обладают проводимостью. Гидроксильная группа в данных растворителях не разлагается на (+) и (-) заряженные ионы, так как энергетический барьер для этого процесса очень высок. В этой связи спирты не проводят электричество и не обладают проводимостью электролитов. Но в исследованиях Фомина В. В., Вайнштейна В. А. и других авторов (1999), Шевченко Н. М., Имбс Т. И. и др. (2004), Шепилова В. Г. и Шепиловой Е. А. (2002) сухое растительное сырье экстрагируют одновременно маслом или жиром и водно-спиртовой смесью, а также проводят экстракцию C_2H_5OH с последующим отделением экстракта и его фильтрацией, которые впоследствии исследовали с применением метода ЦВА.

Спиртовые экстракты фукуса, хлореллы и спирулины при изучении механизмов диффузии и окислительно-восстановительных свойств альгиновых биогелей с последующим использованием их в качестве стабилизаторов эмульсий желаемые результаты методом ЦВА

не выявили. Установлено, что интенсивность окраски исследуемых растворов и концентрация сухих веществ во всех образцах высокая. Экстракты насыщенные и интенсивно окрашенные (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2. Физико-химические показатели качества экстрактов, полученные водной и ультразвуковой экстракцией водорослей
Table 2. Physicochemical quality indicators of extracts obtained by water and ultrasonic extraction of algae

Наименование показателя	Контроль	Экстракт фукуса	Экстракт хлореллы	Экстракт спирулины
<i>Водный раствор</i>				
Содержание сухих веществ, %	2,6±0,02	3,2±0,03	2,8±0,02	2,9±0,01
Интенсивность цвета	1,32±0,01	1,83±0,04	1,65±0,02	1,95±0,03
<i>Спиртовой раствор</i>				
Содержание сухих веществ, %	2,8±0,04	4,6±0,02	3,9±0,03	4,1±0,03
Интенсивность цвета	1,44±0,01	1,98±0,01	1,77±0,04	1,99±0,03



Рисунок 1. Ультразвуковые экстракты водорослей: фукус, хлорелла, спирулина
Figure 1. Ultrasonic extracts of algae: fucus, chlorella, spirulina

Поэтому дальнейшие исследования проведены с сухими образцами перечисленных водорослей, которые подвергали измельчению и экстракции горячей водой. Процесс заключался в кипячении измельченных водорослей в течение 10-20 мин при массовом соотношении растительного сырья и воды (1:5)-(1:20), выдерживании полученной смеси 24 часа с последующей фильтрацией и определением показателей качества (табл. 2).

Контролем во всех образцах служил 1%-ный раствор На-альгината.

Известно, что эффективность экстракции всегда оценивается количеством веществ, перешедших из образца в растворитель. Концентрация сухих веществ во всех образцах,

полученных методом ультразвуковой экстракции, превышает образцы с водной экстракцией. Из всех полученных образцов максимальное количество сухих веществ обнаружено в спиртовых экстрактах из фукуса, которые в 1,5 раза превышали водные экстракты. Такая же зависимость наблюдается и по отношению к интенсивности окрашивания экстрактов.

Состав экстрактов включает полифенольные соединения, состоящие из танина, катехинов и их производных, а также агары, альгинаты и каррагинаны. В состав всех экстрактов входят антиоксиданты, пигменты и гормоны. Повышенная концентрация питательных веществ и пигментов очень важна для производителей пищевой продукции, так как пищевые добавки, используемые при изготовлении блюд и кулинарных изделий, будут более концентрированные, что при равных условиях (требуемому цвету, определенной вязкости, стойкости структуры и пр.) потребует меньшее количество пищевой добавки на основе водорослей.

Результаты исследования окислительно-восстановительных свойств альгиновых биогелей из водорослей приведены в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3. Зависимость отношения анодного тока и потенциала редокс процессов от вида водных экстрактов водорослевых биогелей
Table 3. Dependence of the ratio of anodic current and redox potential on the type of aqueous extracts of algal biogels

ФОН		Экстракт фукуса		Экстракт хлореллы		Экстракт спирулины	
E, мВ	I, мА	E, мВ	I, мА	E, мВ	I, мА	E, мВ	I, мА
-72,812	-0,012635	-73,988	0,017088	-74,367	0,017512	-53,626	-0,002853
-53,661	-0,002868	-55,406	0,017512	-55,216	0,017936	-15,918	0,007725
-34,51	0,003501	-36,103	0,017512	-34,434	0,01836	23,777	0,010211
-15,966	0,007746	-15,207	0,018784	-15,473	0,01836	63,559	0,015387
5,0439	0,009441	3,7542	0,019208	3,6785	0,019208	103,07	0,014963
23,777	0,010295	24,422	0,019208	24,157	0,019632	142,82	0,016235
44,711	0,013267	43,384	0,019208	43,043	0,019632	182,83	0,01836
63,559	0,015387	64,204	0,019208	63,976	0,019208	222,61	0,019208
84,378	0,015387	83,089	0,019632	82,596	0,019632	263,87	0,021757
103,07	0,014963	104,02	0,020061	103,79	0,020485	303,84	0,021757
124,2	0,014539	122,68	0,020485	122,68	0,020485	343,47	0,022604
142,82	0,016235	143,61	0,020485	143,5	0,021333	383,29	0,023028
163,83	0,017088	162,69	0,020485	162,23	0,021333	422,95	0,023458
182,83	0,01836	183,51	0,021757	182,98	0,021757	441,50	0,023458
203,57	0,017936	202,21	0,021757	203,99	0,02218	421,48	0,026425
222,61	0,019208	223,1	0,021757	222,72	0,02218	442,37	0,026854
243,31	0,020061	242,06	0,02218	243,65	0,023458	262,88	0,022604
263,87	0,021757	262,88	0,022604	262,5	0,023028	281,62	0,023882
282,79	0,021757	281,62	0,023882	283,32	0,024305	302,28	0,025577
303,84	0,021757	302,28	0,025577	302,21	0,025577	321,32	0,025577
322,57	0,02218	321,32	0,025577	322,99	0,025577	341,91	0,025577
343,47	0,022604	342,18	0,025577	341,91	0,025577	362,62	0,025577
362,51	0,02218	363	0,025577	362,62	0,025577	381,81	0,026425
383,29	0,023028	381,85	0,025577	381,81	0,026425	402,4	0,026854
402,02	0,023458	402,86	0,026001	402,4	0,026854	442,37	0,026854
422,95	0,023458	421,48	0,026425	421,36	0,027702	461,18	0,026854
441,5	0,023458	442,37	0,026854	442,03	0,028126	521,82	0,027702

Максимальный эффект увеличения силы тока и потенциала редокс-процессов наблюдается у экстракта спирулины. В органической среде наблюдается постепенное изменение силы тока. При этом полученные значения экстрактов фукуса, хлореллы и спирулины незначительно разнятся в исследуемом диапазоне.

На рисунке 2 показаны ЦВА водного раствора фукуса и хлореллы.

Фоновая кривая (на диаграмме синего цвета), раствор карбоната калия и кривые ультра-

звуковых экстрактов (вытяжки), полученные при концентрации экстракт: карбонат 1:1. За основу взяли 2 образца ультразвуковых экстрактов водорослей (фукуса, хлореллы). Красная кривая исследуемого образца №1 и синяя кривая фона совпадают. Установлено, что сканирование потенциалов редокс-процессов характеризует суммарное окисление всех органических соединений, находящихся в ультразвуковых экстрактах водорослей. Более интенсивно редокс-процессы протекают в растворе вытяжки хлореллы.

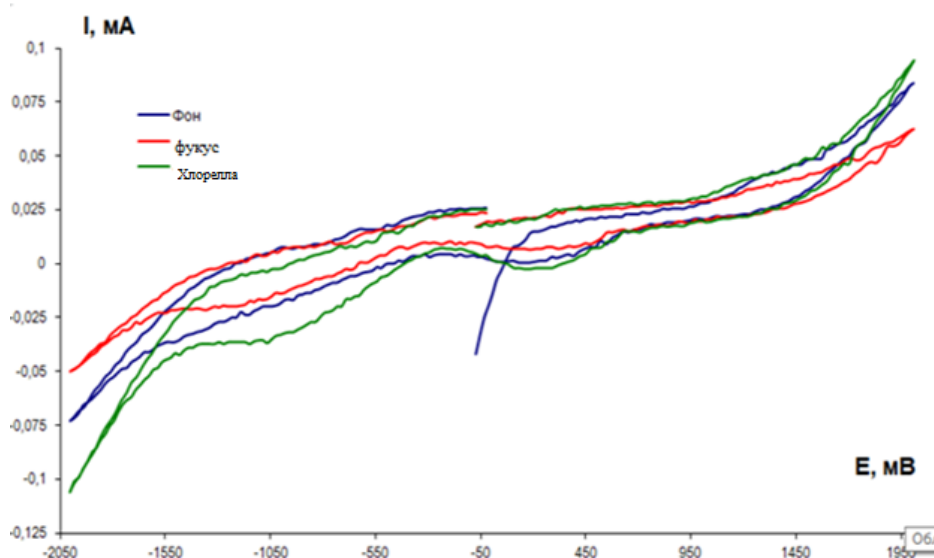


Рисунок 2. Циклические вольтамперограммы, полученные для композиций на основе водных экстрактов фукуса и хлореллы
Figure 2. Cyclic voltammograms obtained for compositions based on aqueous extracts of fucus and chlorella

Выводы. Метод ЦВА дал возможность в указанном диапазоне потенциалов установить процессы окисления-восстановления органических веществ. Сканирование потенциалов редокс-процессов характеризует суммарное окисление всех органических соединений, находящихся в ультразвуковых экстрактах водорослей. Методом ЦВА определены параметры окислительно-восстановительных ре-

акций органических соединений в исследуемых водных экстрактах фукуса, хлореллы и спирулины. Максимальная концентрация пищевых веществ и пигментов, полученная в спиртовых экстрактах с помощью ультразвукового метода экстракции, позволит эффективно использовать их в пищевых технологиях для коррекции функционально-технологических свойств продуктов и цветовой гаммы.

Список литературы

1. Enhancement of carbohydrate redistribution into lipids and carotenoids by disrupting a microalgal starch branching enzyme / Y. Kato, T. Oyama, K. Inokuma [et al.] // *Commun. Biol.* 2021. Vol. 4. No. 1. P. 450. doi: 10.1038/s42003-021-01976-8
2. Advances in microalgae research and development / W. Fu, D.R. Nelson, A. Mystikou [et al.] // *Curr. Opin. Biotechnol.* 2019. Vol. 59. Pp. 157–164. doi: 10.1016/j.copbio.2019.05.013
3. Gimpel J.A, Henríquez V., Mayfield S.P. In metabolic engineering of eukaryotic microalgae: potential and challenges comes with great diversity // *Front. Microbiol.* 2015. Vol. 6. Pp. 1–14. doi: 10.3389/fmicb.2015.01376
4. Bajhaiya A.K., Ziehe Moreira J., Pittman J.K. Transcriptional engineering of microalgae: prospects for high-value chemicals // *Trends Biotechnol.* 2017. Vol. 35. No. 2. Pp. 95–99. doi: 10.1016/j.tibtech.2016.06.001
5. Sriniketanam A., Bajhaiya A.K. Algae based bioplastics: the future of green economy – biorefineries-sel // *Process. Front. Bioeng. Biotechnol.* 2021. Vol. 10. P. 836056. doi: 10.3389/fbioe.2022.836056
6. The kelp highway hypothesis: Marine ecology, coastal migration theory, and the peopling of the Americas / J.M. Erlandson, M.H. Graham, B.J. Bourque [et al.] // *J. Island Coast. Archaeology.* 2007. Vol. 2. No. 2. Pp. 161–174. doi: 10.1080/15564890701628612
7. On the human consumption of the red seaweed dulse (*Palmaria palmata* (L.) Weber & Mohr) / O.G. Mouritsen, K. Dawczynski, L. Duelund [et al.] // *J. Appl. Psychol.* 2013. Vol. 25. No. 6. Pp. 1777–1791. doi: 10.1007/s10811-013-0014-7
8. Wernberg T., Krumhansl K., Filbee-Dexter K., Pedersen M.F. Status and trends of the world's kelp forests // *World seas: an environmental evaluation volume III: ecological issues and environmental impacts.* Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Academic Press. 2019. Pp. 57–78. doi: 10.1016/B978-0-12-805052-1.00003-6

9. Cornish M.L., Critchley A.T., Mouritsen O.G. Seaweed consumption and the human brain // *J. Appl. Phycology*. 2017. Vol. 29. No. 5. Pp. 2377–2398. doi: 10.1007/s10811-016-1049-3
10. Perris S. What does nine-nui-te-po look like?: An exploration of oral tradition, myth and literature in Aotearoa New Zealand // *J. Polynesian Soc.* 2018. Vol. 127. No. 4. Pp. 365–388. doi: 10.15286/jps.127.4.365-388
11. Васюкова А. Т., Кривошонок К. В., Сидоренко Ю. И. Биогенные амины в рыбных полуфабрикатах и кулинарных изделиях // *Рыбное хозяйство*. 2022. № 1. С. 95–102. doi: 10.37663/0131-6184-2022-1-95-102. EDN: FYNCTL
12. Влияние БАД на потребительские свойства функционального фарша / А. Т. Васюкова, И. У. Кусова, К. В. Кривошонок, Р. А. Эдвардс, М. Талби // *Товаровед продовольственных товаров*. 2022. № 3. С. 174–179. doi: 10.33920/igt-01-2203-03. EDN: RTRWEI
13. Edible microalgae and their bioactive compounds in the prevention and treatment of metabolic alterations / S. Ramos-Romero, J.R. Torrella, T. Pagès [et al.] // *Nutrients*. 2021. Vol. 13. No. 2. P. 563. doi: 10.3390/nu13020563
14. Leandro A., Pereira L., Gonçalves A.M.M. Diverse applications of marine macroalgae // *Mar Drugs*. 2019. Vol. 18. No. 1. P. 17. doi: 10.3390/md18010017
15. Algal proteins: production strategies, nutritional and functional properties / P. Geada, S. Moreira, M. Silva [et al.] // *Bioresource Technologies* 2021. Vol. 332. P. 125125. doi: 10.1016/j.biortech.2021.125125
16. Kessler E., Hass W.A. Comparative physiology and biochemistry and taxonomic identification of *Chlorella (Chlorophyceae)* strains from the University of Texas at Austin culture collection // *J. Phycol.* 1992. Vol. 28. No. 4. Pp. 550–553. doi: 10.1111/j.0022-3646.1992.00550.x
17. Bito T., Okumura E., Fujishima M., Watanabe F. Potential of chlorella as a food supplement to promote human health // *Nutrients*. 2020. Vol. 12. No. 9. P. 2524. doi: 10.3390/nu12092524
18. Insights into cell wall disintegration in *Chlorella vulgaris* / S. Weber, P.M. Grande, L.M. Blank, H. Klose // *PLoS One*. 2022. Vol. 17. No. 1. P. e0262500. doi: 10.1371/journal.pone.0262500
19. Об исследовании электроокислительных процессов методом циклической вольтамперометрии / М. А. Чёрная, С. С. Блинков, А. И. Джумайло [и др.] // *Молодой исследователь Дона*. 2020. № 2(23). С. 73–79. EDN: XAQOVK

References

1. Kato Y., Oyama T., Inokuma K. [et al.]. Enhancement of carbohydrate redistribution into lipids and carotenoids by disrupting a microalgal starch branching enzyme. *Commun. Biol.* 2021;4(1):450. doi: 10.1038/s42003-021-01976-8
2. Fu W., Nelson D.R., Mystikou A. [et al.]. Advances in microalgae research and development. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2019;59:157–164. doi:10.1016/j.copbio.2019.05.013
3. Gimpel J.A., Henríquez V., Mayfield S.P. In metabolic engineering of eukaryotic microalgae: potential and challenges comes with great diversity. *Front. Microbiol.* 2015;6:1–14. doi: 10.3389/fmicb.2015.01376
4. Bajhaiya A.K., Ziehe Moreira J., Pittman J.K. Transcriptional engineering of microalgae: prospects for high-value chemicals. *Trends Biotechnol.* 2017;35(2):95–99. doi: 10.1016/j.tibtech.2016.06.001
5. Sriniketanam A., Bajhaiya A.K. Algae based bio-plastics: future of green economy. *In book: Biorefineries – Vision and Development*. 2021;10:836056. doi: 10.5772/intechopen.100981
6. Erlandson J.M., Graham M.H., Bourque B.J. [et al.]. The kelp highway hypothesis: Marine ecology, coastal migration theory, and the peopling of the Americas. *J. Island Coast. Archaeology*. 2007;2(2):161–174. doi: 10.1080/15564890701628612
7. Mouritsen O.G., Dawczynski K., Duelund L. [et al.]. On human consumption of the red seaweed dulse (*Palmaria palmata* (L.) Weber & Mohr). *J. Appl. Psychol.* 2013;25(6):1777–1791. doi: 10.1007/s10811-013-0014-7
8. Wernberg T., Krumhansl K., Filbee-Dexter K., Pedersen M.F. Status and trends of the world's kelp forests // *World seas: an environmental evaluation volume III: ecological issues and environmental impacts*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Academic Press, 2019. Pp. 57–78. doi: 10.1016/B978-0-12-805052-1.00003-6
9. Cornish M.L., Critchley A.T., Mouritsen O.G. Consumption of seaweeds and the human brain. *J. Appl. Phycology*. 2017;29(5):2377–2398. doi: 10.1007/s10811-016-1049-3
10. Perris S. What does nine-nui-te-po look like?: An exploration of oral tradition, myth and literature in Aotearoa New Zealand. *J. Polynesian Soc.* 2018;127(4):365–388. doi: 10.15286/jps.127.4.365-388
11. Vasyukova A.T., Krivosonok K.V., Sidorenko Yu.I. Biogenic amines in fish semi-finished products and culinary products. *Fisheries*. 2022;(1):95–102. (In Russ.). DOI: 10.37663/0131-6184-2022-1-95-102. EDN: FYNCTL

12. Vasyukova A.T., Kusova I.U., Krivoshonok K.V. et al. The influence of dietary supplements on the consumer properties of functional minced fish. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov*. 2022;(3):174–179. (In Russ.). DOI: 10.33920/igt-01-2203-03. EDN: RTRWEI
13. Ramos-Romero S., Torrella J.R., Pagès T. [et al.]. Edible microalgae and their bioactive compounds in the prevention and treatment of metabolic alterations. *Nutrients*. 2021;13(2):563. doi: 10.3390/nu13020563
14. Leandro A., Pereira L., Gonçalves A.M.M. Diverse applications of marine macroalgae. *Mar Drugs*. 2019;18(1):17. doi: 10.3390/md18010017
15. Geada P., Moreira S., Silva M. [et al.]. Algal proteins: production strategies, nutritional and functional properties. *Bioresource Technologies*. 2021;332:125125. doi: 10.1016/j.biortech.2021.125125
16. Kessler E., Hass W.A. Comparative physiology and biochemistry and taxonomic identification of *Chlorella (Chlorophyceae)* strains from the University of Texas at Austin culture collection. *J. Phycol.* 1992;28(4):550–553. doi: 10.1111/j.0022-3646.1992.00550.x
17. Bito T., Okumura E., Fujishima M., Watanabe F. Potential of chlorella as a food supplement to promote human health. *Nutrients*. 2020;12(9):2524. doi: 10.3390/nu12092524
18. Weber S., Grande P.M., Blank L.M., Klose H. Insights into cell wall disintegration in *Chlorella vulgaris*. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262500. doi: 10.1371/journal.pone.0262500
19. Chernaya M.A., Blinkov S.S., Dzhumaylo A.I. [et al.]. On research of electro-oxidation processes by the cyclic voltamperometry method. *Molodoj issledovatel' Dona*. 2020;2(23):73–79. (In Russ.). EDN: XAQOVK

Сведения об авторах

Васюкова Анна Тимофеевна – доктор технических наук; профессор кафедры биотехнологий и продовольственной безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского»; профессор кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), SPIN-код: 2889-1457, Scopus ID: 57215827520, Researcher ID: A-7879-2016

Веденяпина Марина Дмитриевна – доктор химических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского Российской академии наук, SPIN-код: 7744-8145

Латышев Евгений Юрьевич – аспирант кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), SPIN-код: 8404-7718

Information about the authors

Anna T. Vasyukova – Doctor of Technical Sciences; Professor of the Department of Biotechnology and Food Security, V.I. Vernadsky Russian State University of National Economy; Professor of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), SPIN-code: 2889-1457, Scopus ID: 57215827520, Researcher ID: A-7879-2016

Marina D. Vedenyapina – Doctor of Chemical Sciences, Leading Researcher, N.D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry, Russian Academy of Sciences, SPIN-code: 7744-8145

Evgeny Y. Latyshev – Postgraduate Student of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), SPIN-code: 8404-7718

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author Contributions. All authors of this study were directly involved in the planning and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the final version presented.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 28.01.2025;
одобрена после рецензирования 18.02.2025;
принята к публикации 28.02.2025.*

*The article was submitted 28.01.2025;
approved after reviewing 18.02.2025;
accepted for publication 28.02.2025.*

Научная статья

УДК 663.8:634.711

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-94-100

Разработка технологии безалкогольного напитка диетического профилактического назначения

Амина Сергеевна Джабоева^{✉1}, Залина Сафраиловна Думанишева²,
Джамия Расуловна Созаева³, Алия Артуровна Зокаева⁴

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

^{✉1}trop_kbr@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

²d.zalina.s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-1331>

³djamia-84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6896-424X>

⁴trop_kbr@mail.ru

Аннотация. Обоснование использования ремонтантных сортов малины в производстве продуктов специализированного назначения требует исследования содержания в них биологически активных компонентов применительно к почвенно-климатическим условиям произрастания культуры. Целью работы являлось определение антиоксидантного потенциала ягод ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову», выращенной в Кабардино-Балкарской Республике, и разработка технологии безалкогольного напитка диетического профилактического назначения. В работе использовались общепринятые и специальные физико-химические и биохимические методы исследования. Установлено, что ягоды ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову» содержат комплекс водо- и жирорастворимых витаминов, в том числе антиоксидантов. Степень удовлетворения потребности организма человека при потреблении 100 г ягод малины покрывается в витамине С на 30,2-100,7%; в фолатах и в витамине К – в 1,7-4,6 и 3,0-12,0 раза больше суточной нормы соответственно. Содержание Р-активных соединений в ягодах малины сорта «Поклон Казакову» составило 552,7 мг/100 г. На основании результатов исследования разработана технология производства безалкогольного напитка диетического профилактического назначения с использованием пюре из ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову», пектинового экстракта из створок зеленого горошка, сахарозаменителя эритрита и биокорректора «Абифлор». Показано, что новый напиток характеризуется высокой концентрацией веществ антиоксидантного ряда – полифенолов (330,7 мг/100 см³) и витамина С (16 мг/100 см³). В нем обнаружены пектины в количестве 1,12 г/100 см³. 200 см³ разработанного напитка покрывает потребность организма человека в Р-активных веществах, аскорбиновой кислоте и пектине более чем на 15% от рекомендуемого суточного потребления.

Ключевые слова: ремонтантный сорт малины, биохимия, витамины-антиоксиданты, Р-активные соединения, безалкогольные напитки, технология, диетическое профилактическое питание

Для цитирования. Джабоева А. С., Думанишева З. С., Созаева Д. Р., Зокаева А. А. Разработка технологии безалкогольного напитка диетического профилактического назначения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1 (47). С. 94–100.
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-94-100

Original article

Development of technology for a non-alcoholic drink for dietary and preventive purposes

Amina S. Dzhaboeva^{✉1}, Zalina S. Dumanisheva²,
Jamilya R. Sozaeva³, Alia A. Zokaeva⁴

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

^{✉1}tpop_kbr@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

²d.zalina.s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-1331>

³djamilia-84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6896-424X>

⁴tpop_kbr@mail.ru

Abstract. The justification of the use of everbearing raspberry varieties in the production of specialized products requires a study of the content of biologically active components in them in relation to the soil and climatic conditions of crop growth. The aim of the work was to determine the antioxidant potential of the berries of the everbearing raspberry variety "Poklon Kazakovu" grown in the Kabardino-Balkarian Republic, and to develop a technology for a non-alcoholic drink for dietary prophylactic purposes. The work used generally accepted and special physicochemical and biochemical research methods. It was found that the berries of the everbearing raspberry variety "Poklon Kazakovu" contain a complex of water- and fat-soluble vitamins, including antioxidants. The degree of satisfaction of the human body's needs when consuming 100 g of raspberries is covered in vitamin C by 30.2-100.7%; in folates and vitamin K – 1.7-4.6 and 3.0-12.0 times more than the daily requirement, respectively. The content of P-active compounds in raspberries of the Poklon Kazakovu variety was 552.7 mg/100 g. Based on the research results, a technology was developed for the production of a non-alcoholic drink for dietary prophylactic purposes using puree from everbearing raspberries of the Poklon Kazakovu variety, pectin extract from green pea pods, erythritol sweetener and Abiflor biocorrector. It was shown that the new drink is characterized by a high concentration of antioxidant substances – polyphenols (330.7 mg/100 cm³) and vitamin C (16 mg/100 cm³). It contains pectins in the amount of 1.12 g/100 cm³. 200 cm³ of the developed drink covers the human body's need for P-active substances, ascorbic acid and pectin by more than 15% of the recommended daily intake.

Keywords: remontant raspberry variety, biochemistry, antioxidant vitamins, P-active compounds, soft drinks, technology, dietary preventive nutrition

For citation. Dzhaboeva A.S., Dumanisheva Z.S., Sozaeva D.R., Zokaeva A.A. Development of technology for a non-alcoholic drink for dietary prophylactic purposes. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):94–100. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-94-100

Введение. Значительный дефицит эссенциальных питательных веществ в рационах большинства взрослого и детского населения РФ вызывает развитие алиментарно-зависимых заболеваний и снижает продолжительность жизни. Научными исследователями ведется поиск высокоэффективных источников физиологически функциональных ингредиентов, способных повышать сопротивляемость организма человека к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, иммунитет, умственную и физическую активность.

Богатым источником биологически активных компонентов, обеспечивающих организм человека жизненно важными питательными веществами, являются ягоды малины. Доказано, что они обладают выраженными антиоксидантными, антиканцерогенными, бактерицидными свойствами, что обусловлено высоким содержанием в ягодах малины фенольных соединений, макро-, микроэлементов, витаминов и витаминоподобных веществ. В них содержится β-ситостерин, который предупреждает отложение холестерина на стенках со-

судов. Известно, что малина по сравнению с другими ягодными культурами характеризуется более низким накоплением экотоксикантов – радионуклидов, тяжелых металлов, гербицидов и др. [1].

В последние годы во всём мире, в том числе и в нашей стране, наблюдается повышенный интерес к ремонтантным сортам малины [2]. В Кабардино-Балкарской Республике выращивают зарегистрированные в государственном реестре селекционных достижений следующие сорта ремонтантной малины: Атлант, Бабье лето, Поклон Казакову, Брянское диво, Евразия, Жар-птица, Карамелька, Рубиновое ожерелье, Самохвал, Похвалинка, Новость Кузмина, Нижегородец, Малиновая гряда, Журавлик, Золотая осень и Оранжевое чудо.

Одним из лидеров является сорт ремонтантной малины «Поклон Казакову», характеризующийся ранним сроком созревания, урожайностью 17,5 т/га и морозостойкостью до минус 34°C. Средний вес одной ягоды составляет более 7 г. Согласно дегустационной оценке, ягоды имеют красный цвет, сочную, нежную мякоть, сбалансированный по сахару и кислоте вкус [2–4].

Высокое качество ягод ремонтантной малины «Поклон Казакову», обладающих выраженной физиологической ценностью, свидетельствует о целесообразности ее использования в производстве пищевой продукции специализированного назначения.

Большим спросом у населения пользуются безалкогольные напитки, вырабатываемые из натурального растительного сырья, что определяет положительную динамику роста этой

группы продуктов. Однако необходимо расширять ассортимент безалкогольных напитков, предназначенных для диетического профилактического питания [5–7].

В связи с этим **целью исследования** является определение антиоксидантного потенциала ягод ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову», выращенной в Кабардино-Балкарской Республике, и разработка технологии безалкогольного напитка диетического профилактического назначения.

Материалы, методы и объекты исследования. Объектами исследования служили ягоды ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову» и безалкогольный напиток, приготовленный на основе ягод малины.

При исследовании сырья и напитка определяли массовую долю: витамина С – методами визуального и потенциометрического титрования раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола [8]; тиамин, рибофлавин – флуориметрическим методом; ниацин, фолаты и филлохинон – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [8]; β-каротин – спектрофотометрическим методом [8]; токоферолы – фотоэлектроколориметрическим методом [8]; Р-активных соединений – хроматографическим методом [8–10]; пектиновых веществ – кальций-пектатным методом [11].

Результаты исследования. Пищевая ценность ягод малины во многом определяется содержанием в них витаминов. Витаминный профиль ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову», выращенной в Кабардино-Балкарской Республике, представлен в таблице 1.

Таблица 1. Среднее содержание витаминов в ягодах ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову»
Table 1. Average vitamin content in berries of the remontant raspberry variety "Poklon Kazakovu"

Витамины	Среднее содержание в 100 г ягод, мг/100г	Физиологическая потребность в сутки	
		для взрослых	для детей
С (аскорбиновая кислота)	30,2	100 мг	30-90 мг
В ₁ (тиамин)	0,01	1,5 мг	0,3-1,5 мг
В ₂ (рибофлавин)	0,04	1,8 мг	0,4-1,8 мг
РР (ниацин)	0,47	20 мг ниацин.экв.	5-20 ниацин.экв.
Фолаты	0,23	400 мкг	50-400 мкг
β-каротин (провитамин А)	0,09	5 мг	-
Е (токоферолы)	0,45	15 мг ток.экв.	3-15 мг ток.экв.
К (филлохинон)	0,36	120 мкг	30-120 мкг

Из данных таблицы 1 видно, что ягоды исследуемого сорта малины накапливают водорастворимые витамины. К числу водорастворимых относятся витамин С, В₁, В₂, РР и фолаты; жирорастворимых – β-каротин, витамины Е и К. Ягоды малины сорта «Поклон Казакову» характеризуются высоким содержанием аскорбиновой кислоты. При потреблении 100 г ягод малины степень покрытия суточной потребности организма человека в витамине С варьируется от 30,2 до 100,7%. Установлено, что степень удовлетворения потребности в фолатах и в витамине К больше суточной нормы в 1,7-4,6 и 3,0-12,0 раза соответственно. Важное значение имеет наличие в ягодах малины комплекса природных витаминов-антиоксидантов – аскорбиновой

кислоты, токоферолов и провитамина А, способных в синергии друг с другом акцептировать свободные радикалы, препятствуя разрушению мембраны клетки.

Антиоксидантные свойства ягод малины в значительной степени связаны с высоким содержанием в них полифенолов. Ягоды малины являются эффективным источником катехинов, антоцианов, лейкоантоцианов, флавонолов, фенолкарбоновых кислот и др., отличающихся по химическому составу, биологической активности, но имеющих сходное с витаминами-антиоксидантами действие на организм человека [4]. Результаты исследования, характеризующие параметры накопления Р-активных соединений, приведены на рисунке 1.

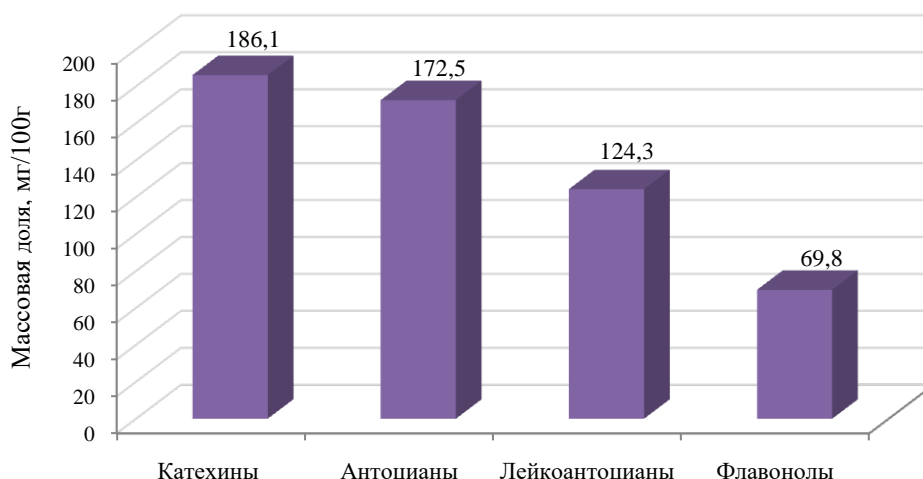


Рисунок 1. Среднее содержание Р-активных соединений в ягодах ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову»

Figure 1. Average content of P-active compounds in berries of remontant raspberry of the variety «Poklon Kazakovu»

В ягодах ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову» содержание Р-активных соединений составило 552,7 мг/100г; преобладающими в количественном отношении являлись катехины и антоцианы (33,7 и 31,2% от суммы фенольных соединений соответственно). За счет потребления 100 г ягод малины суточная потребность организма человека в катехинах и лейкоантоцианах покрывается на 93,1 и 62,2%, а массовая доля антоцианов и флавонолов превышает адекватный уровень их потребления в 3,5 и 2,3 раза соответственно.

Полученные результаты исследования свидетельствуют, что ягоды ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову» обладают хорошим антиоксидантным потенциалом и могут быть использованы в качестве основного рецептурного ингредиента при производстве продуктов питания специализированного назначения.

Для производства безалкогольного напитка диетического профилактического назначения использовали пюре из ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову», пектиновый экстракт из створок зеленого горошка, саха-

розаменитель эритрит и биокорректор «Абифлор».

Применение пектинового экстракта из створок зеленого горошка обусловлено способностью пектинов выводить из организма токсины, улучшать работу желудочно-кишечного тракта; сахарозаменителя эритрита – низким инсулиновым индексом и способностью поглощать свободные радикалы; биокорректора «Абифлор» – высоким содержанием антиоксидантов (рутина и аскорбиновой кислоты).

Способ производства безалкогольного напитка предусматривает инспекцию свежих ягод малины по качеству; мойку холодной проточной водой; гомогенизирование до пюреобразной массы; разведение фильтрованной водой; введение пектинового экстракта, полученного из створок зеленого горошка, водных растворов эритрита и лимонной кислоты; фильтрацию; пастеризацию; измельчение биокорректора «Абифлор», соединение и перемешивание компонентов; розлив в стеклянную тару и укупоривание.

Инспекцию ягод малины проводили вручную на сортировочно-инспекционном конвейере ТСИ, мойку – в вибромоечной машине А9-КМ2-Ц; пюре из ягод малины приготавливали в гомогенизаторе Расоjet-4. Для разведения пюре использовали фильтрованную воду, полученную с помощью автоматической системы дисковой фильтрации Filtmaster. Пектиновый экстракт получали путем гидролиза протопектина и экстрагирования гидратопектина створок зеленого горошка с использованием в качестве гидролизующего агента 1%-ного раствора винной кислоты. Продолжительность гидролиза-экстрагирования составляла 90 минут при температуре 81°C и гидромодуле 1:14. Подсластитель эритрит разводили фильтрованной водой температурой 80-90°C, перемешивали в течение 10-15 минут в смесителе серии УСМ, после чего вводили лимонную кислоту и осуществляли перемешивание до полного растворения сухих компонентов.

Разведенное водой пюре из ягод малины и пектиновый экстракт сливали в сборник из нержавеющей стали, добавляли подсластитель эритрит, предварительно разведенный фильтрованной водой температурой 80-90°C,

перемешивали в течение 10-15 минут в смесителе серии УСМ, вводили лимонную кислоту, повторно перемешивали до полного растворения сухих компонентов и пропускали через полипропиленовый фильтр с величиной пор 20 мкм. Пастеризацию напитка осуществляли на модульной пластинчатой пастеризационно-охладительной установке ОКЛ-3МВ при температуре 70°C в течение 60 секунд в непрерывном тонкослойном закрытом потоке с последующим охлаждением до температуры 2-4°C. Затем вносили измельченный на лабораторной мельнице STEGLER LM-1000 биокорректор «Абифлор» и перемешивали в смесителе УСМ. С помощью фасовочно-укупорочной машины марки ЮВЕСТ 0,5 БН/1 проводили розлив безалкогольного напитка в стеклянные бутылки ёмкостью 250 см³ и укупорку кронен пробкой.

Предлагаемый безалкогольный напиток имеет светло-розовый цвет, гармоничный кисло-сладкий вкус, легкий запах ягод малины. Напиток характеризуется высокой концентрацией веществ антиоксидантного ряда – полифенолов (330,7 мг/100 см³) и витамина С (16 мг/100 см³). В нем обнаружены пектины в количестве 1,12 г/100 см³, способствующие удалению из организма холестерина, тяжелых металлов, радионуклидов, замедлению всасывания глюкозы и др. За счет одной порции безалкогольного напитка (200 см³) потребность организма человека в Р-активных веществах, аскорбиновой кислоте и пектине покрывается более чем на 15% от рекомендуемого суточного потребления.

Содержащиеся в разработанном безалкогольном напитке рецептурные компоненты и физиологически функциональные ингредиенты формируют диетическую профилактическую направленность продукта. Напиток рекомендован для профилактики онкологических заболеваний, атеросклероза, диабета и ожирения.

Выводы. Проведенное исследование свидетельствует о целесообразности применения ремонтантной малины сорта «Поклон Казакову» в сочетании с биокорректором «Абифлор» и сахарозаменителем эритритом в производстве безалкогольного напитка диетического профилактического назначения.

Список литературы

1. Жбанова Е. В. Плоды малины *Rubus Idaeus* L. Как источник функциональных ингредиентов (обзор) // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 1. С. 5–14. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-5-14. EDN: YWOFYL
2. Казаков И. В., Сидельников А. И., Степанов В. В. Ремонтантная малина в России // Weber, Hai Liu, 2001. Moyer et al. 2002. С. 234–238.
3. Арифова З. И., Смыков А. В. Определение качества ягод малины с использованием множественного регрессионного анализа взаимосвязи вкусовых показателей и химического состава // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 77(5). С. 201–212. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-5-77-201-212. EDN: CUPWUG
4. Причко Т. Г., Германова М. Г., Хилько Л. А. Качество ягод ремонтантной малины в условиях Юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 14(2). С. 42–50. EDN: OWLQSD
5. Фитодобавки в производстве морсов и чайных напитков / М. А. Прищепов, Н. М. Стасилевич, Л. П. Сможевская, В. В. Игнатенко // Пиво и напитки. 2011. № 5. С. 30–32. EDN: OHIEFB
6. Максименко М. Г., Марцинкевич Д. И., Новик Г. А. Технологическая оценка сортов малины на пригодность изготовления безалкогольных напитков // Плодоводство: сборник научных трудов. РУП «Институт плодоводства». Минск, 2018. С. 243–246. EDN: QFBFMG
7. Чугунова О. В., Пастушкова Е. В. Перспективы использования растительного сырья для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности // Индустрия питания. 2019. Т. 4. № 1. С. 23–33. EDN: AUXXTN
8. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош, М. И. Иконникова. Ленинград: Агропромиздат, 1987. 430 с.
9. Использование многомерного анализа состава фенольных соединений плодов для исследования отношений видов и сортов в роде *Frunus Mi* 1.1 / Н. Г. Здоренко, Г. Б. Самородова-Бianки, В. Л. Витковский, Н. С. Ростова, С. А. Стрельцина // Хемосистематика и эволюционная биохимия высших растений: тезисы докладов Всесоюзного совещания. Москва, 1990. С. 39–41.
10. Самородова-Бianки Г. Б., Стрельцина С. А. Исследование биологически активных веществ в плодах. Ленинград, 1989. 82 с.
11. Донченко Л. В. Технология пектинов и пектинопродуктов. Москва: ДеЛи, 2000. 256 с.

References

1. Zhanova Ye.V. Fruit of raspberry *Rubus Idaeus* L. as a source of functional ingredients (review). *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(1):5–14. (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-5-14. EDN: YWOFYL
2. Kazakov I.V., Sidel'nikov A.I., Stepanov V.V. Remontantnaya malina v Rossii // Weber, Hai Liu, 2001. Moyer et al. 2002. S. 234-238. (In Russ.).
3. Arifova Z.I., Smykov A.V. Determination of the quality of raspberries using multiple regression analysis of the relationship between taste indicators and chemical composition. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2022;77 (5):201–212. (In Russ.). DOI: 10.30679/2219-5335-2022-5-77-201-212. EDN: CUPWUG
4. Prichko T.G., Germanova M.G., Khil'ko L.A. Quality of berries of remontant raspberry in the conditions of Southern Russia. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2022;14(2):42–50. (In Russ.). EDN: OWLQSD
5. Prishchepov M.A., Stasilevich N.M., Smozhevskaya L.P., Ignatenko V.V. Phytonutrients in the manufacture of fruit drinks and tea drinks. *Beer and beverages*. 2011;(5):30–32. (In Russ.). EDN: OHIEFB
6. Maksimenko M.G., Martsinkevich D.I., Novik G.A. Technological evaluation of raspberry varieties on suitability for alcohol-free drink production. *Plodovodstvo: sbornik nauchnyh trudov. RUP «Institut plodovodstva»* [Fruit growing: a collection of scientific papers. RUE "Institute of Fruit Growing"]. Minsk, 2018. Pp. 243–246. (In Russ.). EDN: QFBFMG
7. Chugunova O.V., Pastushkova Ye.V. Vegetable raw materials use prospects for the non-alcoholic beverages production with antioxidant effect. *Food industry*. 2019;4(1):23–33. (In Russ.). EDN: AUXXTN
8. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Ikonnikova M.I. *Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij* [Methods of biochemical research of plants]. Leningrad: Agropromizdat, 1987. 430 p. (In Russ.)
9. Zdorenko N.G., Samorodova-Bianki G.B., Vitkovsky V.L., Rostova N.S., Streltsina S.A. Using multivariate analysis of the composition of phenolic compounds of fruits to study the relationships of species and varieties in the genus *Frunus Mi* 1.1. *Hemosistematika i jevoljucionnaja biohimija vysshih rastenij: tezisy*

dokladov Vsesojuznogo soveshhanija [Chemosystematics and evolutionary biochemistry of higher plants: abstracts of reports of the All-Union Conference]. Moscow, 1990. Pp. 39–41. (In Russ.)

10. Samorodova-Bianki G.B., Streltsina S.A. *Issledovanie biologicheski aktivnyh veshhestv v plodah* [Study of biologically active substances in fruits]. Leningrad, 1989. 82 p. (In Russ.)

11. Donchenko L.V. *Tehnologija pektinov i pektinoproduktov* [Technology of pectins and pectin products]. Moscow: DeLi, 2000. 256 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Джабоева Амина Сергеевна – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология продуктов общественного питания и химия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код:1074-2232, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

Думанишева Залина Сафраиловна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов общественного питания и химия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код:2111-4506, Scopus ID: 57216563705, Researcher ID: AAE-4739-2019

Созаева Джамиля Расуловна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов общественного питания и химия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код:2111-4506, Scopus ID: 57216563705, Researcher ID: AAE-4739-2019

Зокаева Алия Артуровна – студентка направления подготовки 38.03.07 Товароведение, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Information about the authors

Amina S. Dzhaboeva – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology of Public Catering Products and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1074-2232, Scopus ID: 6505576211, Researcher ID: AAB-3748-2020

Zalina S. Dumanisheva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Public Catering Products and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2111-4506, Scopus ID: 57216563705, Researcher ID: AAE-4739-2019

Dzhamilya R. Sozaeva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Public Catering Products and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN code: 2111-4506, Scopus ID: 57216563705, Researcher ID: AAE-4739-2019

Aliya A. Zokaeva – Student of the program 38.03.07 Commodity Science, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 10.02.2025;
одобрена после рецензирования 03.03.2025;
принята к публикации 12.03.2025.*

*The article was submitted 10.02.2025;
approved after reviewing 03.03.2025;
accepted for publication 12.03.2025.*

Научная статья

УДК 664.66:582.477

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-101-106

Использование экстракта шишкоягод можжевельника для повышения микробиологической безопасности и качества зернового хлеба из тритикале

Елена Анатольевна Кузнецова^{✉1}, Вера Александровна Гаврилина²,
Елена Александровна Кузнецова³, Наталья Валерьевна Джанчатова⁴

^{1,2,3}Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, Наугорское шоссе, 29, Орел, Россия, 302020

⁴Курский государственный медицинский университет, улица К. Маркса, 3, Курск, Россия, 305041

^{✉1}elkuznetcova@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7165-3517>

²vega180267@mail.ru, https://orcid.org/_0009-0001-5114-2346

³1408199714@rambler.ru, https://orcid.org/_0000-0001-9518-6968

⁴dzhanchatova@kurskmsu.net, <https://orcid.org/0000-0003-4053-9329>

Аннотация. Экстракт из шишкоягод можжевельника был использован для замачивания зерна на стадии подготовки к производству зернового хлеба. Установлено, что в состав экстракта входят биологически активные вещества, обладающие антимикробными и антиоксидантными свойствами. Эксперименты, проведенные на чистых культурах микроорганизмов, показали, что наиболее эффективное ингибирующее воздействие экстракта обнаружено для штаммов грибов *Mucor mucedo*, *Aspergillus candidus*, *Aspergillus flavus*. Против грибов *Rhizopus stolonifer* и *Penicillium expansion* действие экстракта было слабым. Среднее действие оказывал экстракт на рост бактерии *Bacillus subtilis*. Исследование зерна тритикале после замачивания в экстракте показало, что количество КМАФАнМ снижается на 72,64%, дрожжей и плесеней – на 96,65%, спорообразующих бактерий – на 96,55% по сравнению с контролем, в котором зерно было замочено в воде. Были разработаны технологические решения по производству зернового хлеба из целого зерна тритикале безопасным способом, включающие также внесение 5% порошка пшеничной клейковины. Полученный хлеб может расширить ассортимент хлебобулочных изделий с повышенными показателями качества и антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: экстракт, шишкоягоды можжевельника, микробиологическая безопасность, зерновой хлеб, тритикале

Для цитирования. Кузнецова Е. Анат., Гаврилина В. А., Кузнецова Е. Алекс., Джанчатова Н. В. Использование экстракта шишкоягод можжевельника для повышения микробиологической безопасности и качества зернового хлеба из тритикале // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 101–106. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-101-106

Original article

The use of juniper cone extract to improve the microbiological safety and quality of grain bread from triticales

Elena A. Kuznetsova^{✉1}, Vera A. Gavrilina², Elena A. Kuznetsova³, Natalia V. Dzhanchatova⁴

^{1,2,3}Orel State University named after I.S. Turgenev, 29 Naugorskoye Chaussee, Orel, Russia, 302020

⁴Kursk State Medical University, 3 K. Marx Street, Kursk, Russia, 305041

^{✉1}elkuznetcova@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7165-3517>

²vega180267@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-5114-2346>

³1408199714@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9518-6968>

⁴dzhanchatova@kurskmsu.net, <https://orcid.org/0000-0003-4053-9329>

Abstract. Extract from the cones of juniper berries was used to soak grain in preparation for the production of grain bread. It has been established that the extract contains biologically active substances with antimicrobial and antioxidant properties. Experiments conducted on pure cultures of microorganisms have shown that the most effective inhibitory effect of the extract was found for strains of fungi *Mucor mucedo*, *Aspergillus candida*, *Aspergillus flavus*. The effect of the extract was weak against the fungi *Rhizopus stolonifer* and *Penicillium expansion*. The extract had an average effect on the growth of the bacterium *Bacillus subtilis*. A study of triticale grain after soaking in the extract showed that the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms decreased by 72.64%, yeast and mold – by 96.65%, and spore-forming bacteria – by 96.55% compared with the control in which the grain was soaked in water. Technological solutions have been developed for the production of grain bread from whole grain triticale in a safe way, including the addition of 5% wheat gluten powder. The resulting bread can expand the range of bakery products with improved quality and antioxidant activity.

Keywords: extract, cones, juniper berries, microbiological safety, grain bread, triticale

For citation. Kuznetsova E. Anat., Gavrilina V.A., Kuznetsova E. Aleks., Dzhanchatova N.V. The use of juniper cone extract to improve the microbiological safety and quality of grain bread from triticale. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):101–106. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-101-106

Введение. Одной из актуальных задач хлебопекарной отрасли является расширение ассортимента хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности и безопасности. В последнее время с целью снижения риска хронических заболеваний потребители предпочитают зерновые продукты с большим количеством пищевых волокон и антиоксидантов. В эпидемиологических исследованиях сообщалось, что потребление цельнозерновых продуктов может снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний, различных типов рака, диабета типа 2 и ожирения [1–3].

Производство хлебобулочных изделий из целого зерна включает несколько стадий, одной из которых является замачивание – его осуществляют для размягчения прочных оболочек зерновки и пробуждения в зерне биохимических процессов, в результате которых накапливаются биологически активные вещества. Замачивание проводится в условиях, при которых возможно развитие посторонней микрофлоры, в первую очередь плесневых грибов и бактерии *Bacillus subtilis*. Для борьбы с развитием микрофлоры при замачивании зерна используют отвары лекарственных-технического сырья, раствор цедры апельсина в янтарной кислоте, экстракт чеснока и другие антисептики природного происхождения [4]. С целью расширения ассортимента зерновых хлебобулочных изделий и использования новых нетрадиционных видов растительного

сырья, для повышения качества и безопасности пищевых продуктов повседневного спроса провели оценку использования можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в технологии зернового хлеба.

На основе можжевельника обыкновенного получают антибактериальный [5], антиоксидантный [6], гепатопротекторный, нейропротекторный и противогрибковый препарат. Шишкоягоды можжевельника стимулируют работу пищеварительных желез и обладают антисептическим действием [7].

Установлено, что надземные части и корни можжевельника обыкновенного содержат антимикробактериальные терпеноиды активные в отношении *Mycobacterium aurum*, *Mycobacterium fortuitum* и *Mycobacterium phlei*, что позволяет использовать части можжевельника как противотуберкулезное средство [8]. Можжевельник обыкновенный эффективно борется с грибом *Candida*, который вызывает инфекцию со слишком большим количеством побочных эффектов [5].

Из литературных источников известно, что с целью расширения ассортимента и увеличения срока хранения хлебобулочных изделий был использован порошок из сушеных плодов можжевельника обыкновенного в технологии пшеничного хлеба. Установлено, что добавление 3% порошка из плодов можжевельника позволило повысить физико-химические показатели качества хлеба и уве-

лчить антиоксидантную активность хлеба в два раза по сравнению с контрольным вариантом [9].

Материалы, методы и объекты исследования. Для применения в технологии зернового хлеба экстракт из шишкоягод можжевельника готовили на основе раствора комплексного ферментного препарата целлюлолитического действия, включающего ферменты целлюлазу, ксиланазу и β -глюканазу, в цитратном буферном растворе (рН 5). Сухой порошкообразный комплексный ферментный препарат (смесь индивидуальных ферментов целюлаза:ксиланаза: β -глюканаза 1:0,25:1; производитель ТД «Биопрепарат») помещали в буферный раствор в концентрации 0,6 г/л и перемешивали ингредиенты магнитной мешалкой в течении 0,3 часа. Затем этим раствором заливали высушенные и измельченные шишкоягоды можжевельника из расчета 3 г шишкоягод на 100 мл раствора. Экстракцию проводили 60 минут на водяной бане при температуре 50°C. Содержание некоторых биологически активных веществ в экстракте и его антиоксидантную активность определяли общепринятыми методами. Чувствительность тест-культур (типовых штаммов бактерий и грибов, развивающихся в процессе хранения зерна *Bacillus subtilis*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium expansion*, *Mucor mucedo*, *Rhizopus stolonife*), определяли методом диффузии в агар с использованием лунок в агаризованной среде. Взвесь микроорганизмов вносили из расчета 10^6 микробных тел на 1 см³ питательной среды. В качестве питательных сред использовали плотные агаризованные питательные среды: МПА (для бактерий), сусло-агар (для грибов).

Зерновой хлеб готовили безопасным способом. Для приготовления зернового хлеба использовали зерно тритикале сорта Немчиновский 56, выращенное на сельхозугодьях в Орловской области. Зерно имело следующие характеристики: масса 1000 зёрен 60,9 г, объемная масса 716,8 г/л, стекловидность 82,7%, количество сырого протеина 13,09% и сырой клейковины – 21,9%, содержание крахмала – 59,5%, целлюлозы – 2,65%, гемицеллюлоз – 7,90%, пентозанов – 6,36%. Комплексный ферментный препарат целлюлолитического действия, вносимый в цитратный буферный раствор, использовали для моди-

фикации некрахмальных полисахаридов оболочек зерна для высвобождения биологически активных веществ, ускорения процесса замачивания зерна и улучшения сенсорных показателей хлеба. Цитратный буфер поддерживал значение рН раствора для замачивания на уровне оптимальном для действия ферментного препарата. Экстракт шишкоягод можжевельника использовали для снижения уровня микробиологического загрязнения в процессе замачивания и обогащения зерна биологически активными веществами экстракта.

Результаты исследования. В таблице 1 представлены экспериментальные данные по содержанию некоторых биологически активных веществ в экстракте из шишкоягод можжевельника.

Таблица 1. Некоторые показатели экстракта из шишкоягод можжевельника обыкновенного
Table 1. Some indicators of the extract from the cones of the berries of the common juniper

Показатели	Шишкоягоды можжевельника
Аскорбиновая кислота (вита-мин С), мг/100г	159±11,4
Рутин (витамин Р), мг%	3,52±0,4
Сумма флавоноидов, мг/100 г в пересчете на рутин	1,05±0,2
Дубильные вещества, %	0,69±0,05
Экстрактивные вещества, %	3,8±0,1
Восстанавливающие сахара, мг/см ³	1,1±1,2
АОА, % ингибирования радикалаДФПГ	42,2±1,1

Полученные данные показывают, что экстракт из шишкоягод можжевельника характеризуется повышенным содержанием аскорбиновой кислоты, рутина, флавоноидов, дубильных веществ и имеет высокое значение антиоксидантной активности (42,2% ингибирования радикалаДФПГ (1,1-дифенил-2-пикрилгидразила). Биологически активные вещества экстракта обладают противомикробным потенциалом и антиоксидантным действием. Были исследованы показатели антимикробной активности экстракта из шишкоягод можжевельника на чистых культурах типовых штаммов плесеней хранения и бактерии *Bacillus subtilis* (табл. 2).

Таблица 2. Антимикробная активность
экстракта из шишкоягод
можжевельника обыкновенного

Table 2. Antimicrobial activity of the extract from
the berries of common juniper

Штамм микроорганизма	Диаметры зон угнетения роста тест-культур микроорганизмов под действием экстракта водоросли, мм
<i>Bacillus subtilis</i> ВКМ-В-501	8,1±0,6
<i>Aspergillus candidas</i> ВКМ-Ф-3908	14,3±0,6
<i>Aspergillus flavus</i> ВКМ-Ф-1024	15,1±0,6
<i>Penicillium expansion</i> ВКМ-Ф-275	5,2±0,6
<i>Mucor mucedo</i> ВКМ-Ф-1257	17,8±0,6
<i>Rhizopus stolonifer</i> ВКМ-Ф-2005	6,5±0,6

Установлен противогрибковый потенциал экстракта из шишкоягод можжевельника. Наиболее эффективное ингибирующее воздействие экстракта обнаружено для штаммов грибов *Mucor mucedo*, *Aspergillus candidas*, *Aspergillus flavus*. Против грибов *Rhizopus stolonifer* и *Penicillium expansion* действие экстракта было слабым. Среднее действие оказывал экстракт на рост бактерии *Bacillus subtilis*.

При производстве зернового хлеба замачивание зерна тритикале осуществляли при температуре 40°C, соотношении «зерно тритикале:настой лекарственно-технического сырья» 1:2 в условиях термостата в течение 10 часов. За это время влажность зерна достигает 42-44% и достаточна для проведения диспергирования. После замачивания зерно тритикале исследовали на рост трех групп микроорганизмов: КМАФАнМ, спорообразующих бактерий, плесневых грибов и дрожжей. По сравнению с контрольным вариантом (зерно, замоченное в воде) при использовании экстракта из шишкоягод можжевельника КМАФАнМ снижается на 72,64%, дрожжей и плесеней – на 96,65%, спорообразующих бактерий – на 96,55%. Таким образом, экспериментальные данные указывают на повышение микробиологической безопасности зерна при замачивании в экстракте из шишкоягод можжевельника.

После замачивания зерно тритикале диспергировали с помощью диспергатора Homogenizer 1094. В процессе диспергирования дрожжи в виде водной суспензии вносили в зерновую массу. В диспергированную массу вносили сухую пшеничную клейковину. С помощью автоматизированного пенетрометра АП-4/2 определяли показатель предельного напряжения сдвига теста. Внесение сухой пшеничной клейковины в количестве 2-7% от массы диспергированного зерна приводило к увеличению предельного напряжения сдвига теста на 10,3-16,2%. Рациональная дозировка сухой пшеничной клейковины составила 5% от диспергированной массы зерна тритикале.

Разработанные хлебобулочные изделия оценивали по физико-химическим и сенсорным показателям. Зерновой хлеб имел выпуклую, ровную, без подрывов и трещин корочку. Мякиш хлебобулочного изделия был эластичным, имел тонкостенную пористость, ярковыраженный вкус. Пористость у зернового хлеба была хорошо развитая, равномерная и тонкостенная. Пористость опытного образца зернового хлеба составила 61,2%, удельный объем – 205 см³/100 г, в то время как у зернового хлеба в контрольном варианте – 54,1% и 153,9 см³/100 г соответственно. Разработанный зерновой хлеб обладает антиоксидантной активностью 19,4% ингибирования радикала ДФПГ, в то время как контрольный вариант имел антиоксидантную активность 6,8% ингибирования радикала ДФПГ. Повышение антиоксидантной активности в разработанном хлебе обусловлено внесением экстракта шишкоягод можжевельника, который содержит биологически активные вещества, обладающие антиоксидантными свойствами.

Выводы. 1. Экспериментально установлена перспектива использования экстракта из шишкоягод можжевельника в производстве зернового хлеба из целого зерна тритикале.

2. Применение экстракта на стадии замачивания зерна приводит к повышению микробиологической безопасности зерновых хлебобулочных изделий.

3. Разработанные технологические решения позволяют получить зерновой хлеб повышенного качества. Предложенные технологические решения расширят ассортимент зерновых хлебобулочных изделий из нетрадиционного сырья.

Исследования проведены в рамках выполнения Гранта РНФ 24-26-00259.

Список литературы

1. Duchoňová L., Šturdík E. Cereals as basis of preventing nutrition against obesity // *Potravinarstvo*. 2010. Vol. 4. Pp. 6–15. DOI: 10.5219/76
2. Effects of the regular consumption of wholemeal wheat foods on cardiovascular risk factors in healthy people / R. Giacco, G. Clemente, D. Cipriano [et al.] // *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2010. Vol. 20. N 3. Pp.186–194. DOI: 10.1016/j.numecd.2009.03.025
3. Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain / S.A. Chacko, E.L. Chou, M. Kugizaki, S. Liu // *Journal of Nutrition*. 2012. Vol. 142. Pp. 1304–1313.
4. Корячкина С. Я., Кузнецова Е. А. Совершенствование технологии зернового хлеба: монография. Орел: ОрелГТУ, 2009. 242 с. ISBN 978-5-93932-234-8
5. Chemical composition and antioxidant properties of Juniper berry (*Juniperus communis* L.) essential oil. Action of the essential oil on the antioxidant protection of *Saccharomyces cerevisiae* model organism / M. Höferl, I. Stoilova, E. Schmidt [et al.] // *Antioxidants*, 2014. Vol. 3(1). P. 81–98. DOI: 10.3390/antiox3010081
6. Bais S., Gill N., Rana N. Effect of Juniperus communis extract on reserpine induced catalepsy. *Inventi Rapid // Ethnopharmacology*, 2014. Pp. 117–120.
7. Juniperus communis: Biological Activities and Therapeutic Potentials of a Medicinal Plant – A Comprehensive Study / A. Tahir, M.I. Jilani, R.A. Khera, F. Nadeem // *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 2016. Vol. 9. Pp. 85–91.
8. Antimycobacterial terpenoids from Juniperus communis L. (Cupressaceae) / A.Y. Gordien, A.I. Gray, S.G. Franzblau, V. Seidel // *Journal of Ethnopharmacology*. 2009. Vol. 126(3). Pp. 500–505.
9. Влияние порошка можжевельника (*Juniperus communis* L) на физико-химические, антиоксидантные свойства пшеничного хлеба / С. Е. Ибраимова, Р. У. Ужанова, Б. Ж. Мулдабекова [и др.] // *Вестник Алматинского технологического университета*. 2022. № 4. С. 14–18. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-4-14-18>

References

1. Duchoňová L., Šturdík E. Cereals as basis of preventing nutrition against obesity. *Potravinarstvo*. 2010;4:6–15. DOI: 10.5219/76
2. Giacco R., Clemente G., Cipriano D. [et al.]. Effects of the regular consumption of wholemeal wheat foods on cardiovascular risk factors in healthy people. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2010;20(3):186–194. DOI: 10.1016/j.numecd.2009.03.025
3. Chacko S.A., Chou E.L., Kugizaki M., Liu S. Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain. *Journal of Nutrition*. 2012;142:1304–1313
4. Koryachkina S.Ya., Kuznetsova E.A. *Sovershenstvovanie tehnologii zernovogo hleba: monografija* [Improvement of grain bread technology: monograph]. Orel: OrelGTU, 2009. 242 p. ISBN 978-5-93932-234-8. (In Russ.)
5. Höferl M., Stoilova I., Schmidt E. [et al.] Chemical composition and antioxidant properties of Juniper berry (*Juniperus communis* L.) essential oil. Action of the essential oil on the antioxidant protection of *Saccharomyces cerevisiae* model organism. *Antioxidants*. 2014;3(1):81–98. DOI: 10.3390/antiox3010081
6. Bais S., Gill N., Rana N. Effect of Juniperus communis extract on reserpine induced catalepsy. *Inventi Rapid. Ethnopharmacology*, 2014. Pp. 117–120.
7. Tahir A., Jilani M.I., Khera R.A., Nadeem F. Juniperus communis: Biological Activities and Therapeutic Potentials of a Medicinal Plant – A Comprehensive Study. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 2016;9:85–91
8. Gordien A.Y., Gray A.I., Franzblau S.G., Seidel V. Antimycobacterial terpenoids from Juniperus communis L. (Cupressaceae). *Journal of Ethnopharmacology*. 2009;126(3):500–505.
9. Ibraimova S.E., Uzhanova R.U., Muldabekova B.Zh. [et al.]. The effect of juniper powder (*Juniperus communis* L) on the physico-chemical, antioxidant properties of wheat bread. *The journal of alm aty Technological University*. 2022;(4):14–18. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-4-14-18>. (In Russ.)

Сведения об авторах

Кузнецова Елена Анатольевна – доктор технических наук, заведующий кафедрой промышленной химии и биотехнологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», SPIN-код: 4921-1255

Гаврилина Вера Александровна – доктор технических наук, профессор кафедры промышленной химии и биотехнологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», SPIN-код: 1243-5907

Кузнецова Елена Александровна – ассистент кафедры промышленной химии и биотехнологии, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева»

Джанчатова Наталья Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры биологической и химической технологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет», SPIN-код: 8470-6560

Information about the authors

Elena Anat. Kuznetsova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department Industrial Chemistry and Biotechnology, Orel State University named after I.S. Turgenev, SPIN-code: 4921-1255

Vera A. Gavrilina – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Industrial Chemistry and Biotechnology, Orel State University named after I.S. Turgenev, SPIN-code: 1243-5907

Elena Alex. Kuznetsova – Postgraduate Student at the Department of Industrial Chemistry and Biotechnology, Orel State University named after I.S. Turgenev

Natalia V. Dzhanchatova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biological and Chemical Technology, Kursk State Medical University, SPIN-code: 8470-6560

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 17.02.2025;
одобрена после рецензирования 03.03.2025;
принята к публикации 12.03.2025.*

*The article was submitted 17.02.2025;
approved after reviewing 03.03.2025;
accepted for publication 12.03.2025.*

Научная статья

УДК 663.52

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-107-113

Влияние пастеризации сусла на показатели бражек и процесс дрожжегенерации

Мадина Борисовна Хоконова^{✉1}, Залина Мухадиновна Карданова²

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

²Министерство сельского хозяйства Кабардино-Балкарской Республики, проспект Ленина, 27, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, 360051

^{✉1}dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

²anilaz7@rambler.ru

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию физико-химических показателей спиртового сусла до и после пастеризации и выявлению параметров бражки в зависимости от генерации дрожжей. Исследования проводились в условиях ООО «Премиум» и на кафедре «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Кабардино-Балкарского ГАУ в 2023-2024 гг. В качестве объектов исследований служили осахаренное сусло до и после пастеризации, бражка, пшеничный солод, культура *Asp. Oryzae*. Расчеты по биотину велись на 100 мл испытуемой среды до и после пастеризации. Исследовались пшеничные заторы, приготовленные для сбраживания на спирт. Неизменность содержания биотина в сусле до и после пастеризации подтверждает, что термическая обработка среды не инактивирует биотин и не уменьшает его содержания в ней. Установлено, что оптимальными условиями пастеризации являются температура 75°C и продолжительность 30 минут, при которых наблюдается максимальное количество восстанавливающих сахаров, сухих и редуцирующих веществ. Недостаточное содержание дрожжевых клеток в дрожжах первых четырех генераций не повлияло на количество дрожжевых клеток в суточной бражке. Содержание дрожжевых клеток достаточное для ведения брожений, что составляет 86-102 млн/мл. Лучшие результаты по содержанию редуцирующих веществ на 0,14 мг/мл и восстанавливающих сахаров на 0,11 мг/мл имеет бражка от 6-10-й генераций дрожжей, по сравнению с 1-5-й генерациями. Определено, что бражки, приготовленные на дрожжах с пастеризованным сусликом, имеют хорошие технологические показатели, и брожение проходит в более стерильных условиях с нормальным размножением дрожжевых клеток в процессе брожения. Конечные показатели готовых бражек отличаются незначительными величинами по отбрадам, кислотности и остаточному крахмалу.

Ключевые слова: затор, сусло, бродильная способность дрожжей, продолжительность брожения, пастеризация, бражка

Для цитирования. Хоконова М. Б., Карданова З. М. Влияние пастеризации сусла на показатели бражек и процесс дрожжегенерации // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 107–113. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-107-113

Original article

The influence of wort pasteurization on the mash parameters and the yeast generation process

Madina B. Khokonova^{✉1}, Zalina M. Kardanova²

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

²Ministry of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Republic, 27 Lenin Avenue, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, 360051

^{✉1}dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

²anilaz7@rambler.ru

Abstract. This work is devoted to the study of the physicochemical parameters of alcohol wort before and after pasteurization and the identification of mash parameters depending on yeast generation. The studies were carried out at Premium LLC and at the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University in 2023-2024. The objects of research were saccharified wort before and after pasteurization, mash, wheat malt, and *Asp. Oryzae* culture. Biotin calculations were carried out per 100 ml of the test medium before and after pasteurization. Wheat mashes prepared for fermentation into alcohol were studied. The unchangeable biotin content in the wort before and after pasteurization confirms that heat treatment of the medium does not inactivate biotin and does not reduce its content in it. It was established that the optimal pasteurization conditions are a temperature of 75°C and a duration of 30 minutes, at which the maximum amount of reducing sugars, dry and reducing substances is observed. Insufficient yeast cell content in the yeast of the first four generations did not affect the number of yeast cells in the daily mash. The yeast cell content is sufficient for fermentation, which is 86-102 million/ml. Better results are shown by the mash from the 6th-10th yeast generations than by the 1st-5th generation, in terms of reducing substances by 0.14 mg/ml and reducing sugars by 0.11 mg/ml. It has been determined that mashes prepared with yeast and pasteurized wort have good technological indicators, and fermentation takes place in more sterile conditions with normal reproduction of yeast cells during fermentation. The final indicators of the finished mashes differ insignificant values for fermentation, acidity and residual starch.

Keywords: weight, wort, yeast fermentation capacity, fermentation duration, pasteurization, mash

For citation. Khokonova M.B., Kardanova Z.M. Influence of wort pasteurization on the mash parameters and the yeast generation process. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):107–113. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-107-113

Введение. Важными факторами, определяющими бродильную способность дрожжей, биосинтез вкусоароматических компонентов и коллоидную стойкость, являются биосинтетическая активность клеток и способность адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям внешней среды в процессе брожения. Физиологически активные дрожжи могут быть получены только при отсутствии дефицита питательных компонентов [1].

Одна из важных задач производства спирта – повышение физиологической активности дрожжей с целью сокращения сроков дрожжегенерирования и брожения [2].

Дрожжи различаются по отношению к факторам роста, т.е. к тем веществам, которые входят в состав клеток, но не могут при этом ими синтезироваться. Факторами роста для всех штаммов дрожжей являются биотин (витамин В₇), пантотеновая кислота (витамин В₃) и мезоинозит (витамин В₈) [1].

Для роста, размножения и обеспечения условий брожения таким дрожжам, как сахаромицеты, нужны витамины [3].

Для дрожжей *Sacharomices cerevisiae* рас, применяемых в спиртовой промышленности для обеспечения брожения и генерации дрожжей необходимы биотин и пантотеновая

кислота. Если пантотеновая кислота может синтезироваться дрожжами, то биотин не синтезируется, поэтому присутствие его в среде является необходимым [4]. Для дрожжегенерации, особенно непрерывного ведения дрожжей, следует знать о наличии в среде биотина – основного витамина, влияющего на ускорение роста дрожжей и брожения [5].

Целью работы является исследование физико-химических показателей спиртового суслу до и после пастеризации и выявление параметров бражки в зависимости от генерации дрожжей.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования проводились в условиях ООО «Премиум» и на кафедре «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Кабардино-Балкарского ГАУ в 2023-2024 гг.

В качестве объектов исследований служили осахаренное суслу до и после пастеризации, бражка, пшеничный солод, культура *Asp. Oryzae*.

Исследовались пшеничные заторы, приготовленные для сбраживания на спирт.

Биологический метод определения биотина в среде, разработанный Е. А. Плевако и О. А. Бакушинской, основан на способности

дрожжей использовать различные формы биотина и его аналогов – биотиновых комплексов, биоцитина и детиобиотина – для ускорения роста и размножения клеток.

Результаты исследования. Расчеты по биотину велись на 100 мл испытуемой среды до и после пастеризации (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химические показатели осахаренного сусла
Table 1. Physicochemical parameters of sugared wort

Анализируемая среда	Концентрация по сахарометру, %	Кислотность, °	pH	Содержание биотина в сусле, мкг/л
Осахаривание культурой <i>Asp. oryzae</i>				
Непастеризованное сусло	17,1	0,31	4,5	14,5
Пастеризованное сусло	17,9	0,29	4,4	15,0
Осахаривание солодом				
Непастеризованное сусло	16,3	0,25	4,1	13,8
Пастеризованное сусло	16,6	0,21	4,0	15,0

Анализируемые образцы получили при различных условиях осахаривания заторов. В первом образце брали сусло, полученное в результате осахаривания поверхностной культурой плесневых грибов *Asp. oryzae*, во втором – осахаривание провели солодом [6]. Биотин в сусле при различных условиях осахаривания сравнительно одинаков. Неизменность содержания биотина в сусле до и после пастеризации подтверждает, что термическая обработка среды не инактивирует биотин и не уменьшает его содержания в ней.

Оптимальный режим пастеризации сусла для приготовления дрожжей подбирался из расчета создания условий, обеспечивающих уничтожение кислотообразующей микрофлоры при мягкой температурной обработке среды [7, 8]. Такие условия требуют нагрева до 75-80°C.

В таблице 2 представлены результаты опытов по влиянию пастеризации на активность осахаривающего комплекса ферментов и процесс дрожжегенерации.

Таблица 2. Влияние пастеризации сусла на процесс дрожжегенерации
Table 2. The influence of wort pasteurization on the process of yeast generation

Условия пастеризации		Сухие вещества, %	Редуцирующие вещества, г/см ³	Восстанавливающие сахара, г/см ³	Кислотность, °	pH
температура пастеризации, °С	время пастеризации, мин					
75	10	16,2	15,12	11,70	0,30	4,5
75	20	16,4	15,30	12,12	0,30	4,5
75	30	16,6	15,70	12,35	0,30	4,5
80	10	16,1	15,32	12,02	0,30	4,5
80	20	16,3	15,73	11,65	0,30	4,5
80	30	16,4	15,90	11,48	0,30	4,5
Без пастеризации		16,2	15,16	12,24	0,30	4,5

Опыты показали, что оптимальными условиями пастеризации являются температура 75°C и продолжительность 30 минут, при

которых наблюдается максимальное количество восстанавливающих сахаров, сухих и редуцирующих веществ.

В таблице 3 представлены показатели многократной генерации дрожжей на пастеризованном сусле из зернового сырья.

Дрожжи, приготовленные на пастеризованном сусле, адаптируются в пастеризованной среде. Если в первых трех генерациях количество дрожжевых клеток было в пре-

делах 29-48 млн/мл, то, возрастая, с пятой генерации с 59,5 млн/мл оно достигает более 80 млн/мл. Это количество дрожжевых клеток обеспечивает нормальные условия брожения. Каждая из генераций дрожжей использовалась в качестве засевных дрожжей для сбраживания заторов (табл. 4).

Таблица 3. Показатели генерации дрожжей на пастеризованном сусле
Table 3. Yeast generation rates on pasteurized wort

Технологический показатель				
дрожжей при выращивании		готовых дрожжей		
концентрация по сахарометру, %	кислотность, °	концентрация по сахарометру, %	кислотность, °	дрожжевые клетки, млн/мл
15,8	0,75	8,2	0,75	39,5
15,8	0,75	8,4	0,75	29,0
15,8	0,75	7,8	0,75	32,0
15,8	0,75	7,6	0,75	48,0
15,8	0,75	6,8	0,75	59,5
15,8	0,75	6,7	0,75	78,0
15,8	0,75	6,6	0,75	75,0
15,8	0,75	6,8	0,75	82,5
15,8	0,75	6,6	0,75	77,0

Таблица 4. Показатели бражек, приготовленных на дрожжах с пастеризованным сусликом
Table 4. Indicators of mash prepared with yeast and pasteurized wort

Генерации дрожжей	1-е сутки					2-е сутки				3-и сутки				
	концентрация, по сахарометру, %	кислотность, °	редуцирующие вещества, г/см ³	восстанавливающие сахара, г/см ³	дрожжевые клетки, млн/мл	концентрация, по сахарометру, %	кислотность, °	редуцирующие вещества, г/см ³	восстанавливающие вещества, г/см ³	концентрация, по сахарометру, %	кислотность, °	редуцирующие вещества, г/см ³	восстанавливающие сахара, г/см ³	Остаток крахмала, г/мл
1	4,2	0,36	3,82	1,51	89,0	1,23	0,38	1,80	0,52	0,80	0,42	1,40	0,43	0,14
2	4,4	0,35	3,92	1,54	86,0	1,13	0,39	1,42	0,50	0,95	0,43	1,38	0,42	0,29
3	4,4	0,35	3,90	1,48	102,0	1,20	0,40	1,48	0,50	1,00	0,45	1,39	0,41	0,10
4	3,6	0,36	3,43	0,82	91,6	1,10	0,40	1,40	0,49	1,20	0,45	1,43	0,47	0,15
5	4,0	0,37	3,72	0,95	93,5	1,10	0,42	1,42	0,50	1,05	0,50	1,35	0,31	0,14
6	3,8	0,38	3,50	0,86	116,0	1,12	0,42	1,45	0,51	1,10	0,50	1,37	0,33	0,14
7	3,7	0,38	3,40	0,79	78,0	1,07	0,38	1,37	0,48	0,98	0,39	1,23	0,31	0,13
8	3,7	0,40	3,42	0,80	87,5	1,13	0,40	1,50	0,50	0,86	0,38	1,18	0,42	0,15
9	3,6	0,38	3,38	0,80	100,0	1,13	0,40	1,48	0,50	1,06	0,38	1,18	0,30	0,13

Недостаточное содержание дрожжевых клеток в дрожжах первых четырех генераций не повлияло на количество дрожжевых кле-

ток в суточной бражке [9, 10]. Содержание дрожжевых клеток нормальное и достаточное для ведения брожений, что составляет

86-102 млн/мл. Несколько лучшие результаты по содержанию редуцирующих веществ на 0,14 мг/мл и восстанавливающих сахаров на 0,11 мг/мл имеет бражка от 6-10-й генераций дрожжей, по сравнению с 1-5-й генерациями.

Далее мы изучали показатели бражки в зависимости от продолжительности брожения (табл. 5).

Полученные данные показывают, что с увеличением продолжительности брожения происходит снижение концентрации сухих веществ и возрастает титруемая кислотность.

По результатам исследований был проведен корреляционно-регрессионный анализ, который выявил:

- слабую обратную связь между продолжительностью и температурой брожения (рис. 1);

- сильную обратную связь между продолжительностью брожения и видимой концентрацией сухих веществ (рис. 2);

- сильную прямую связь между продолжительностью брожения и титруемой кислотностью (рис. 3).

Таблица 5. Физико-химические показатели различных проб бражки
Table 5. Physicochemical parameters of various mash samples

Проба	Продолжительность брожения, ч	Бражка		
		температура, °С	видимая концентрация сухих веществ, %	титруемая кислотность, °
1	-	32,0	14,0	0,13
2	24	34,8	5,0	0,24
3	36	33,0	0,6	0,28
4	48	31,9	0,6	0,32
5	60	31,1	0,4	0,40

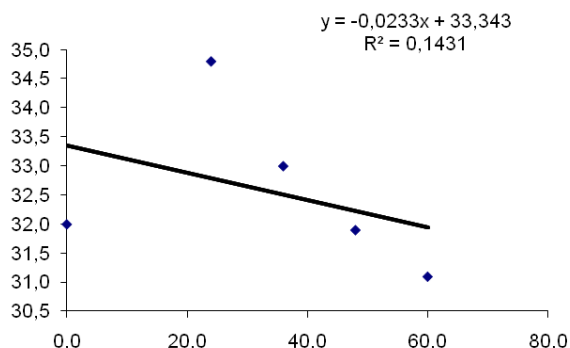


Рисунок 1. Зависимость между продолжительностью брожения и температурой
Figure 1. Relationship between fermentation duration and temperature

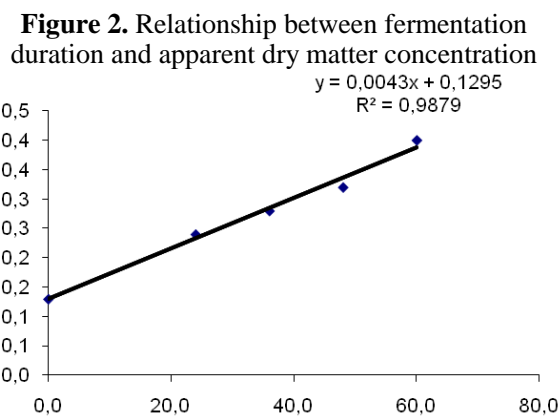


Рисунок 3. Зависимость между продолжительностью брожения и титруемой кислотностью
Figure 3. Relationship between fermentation duration and titratable acidity

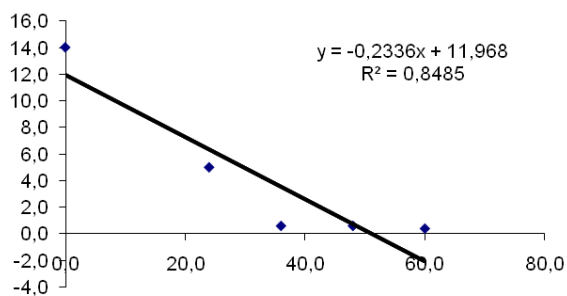


Рисунок 2. Зависимость между продолжительностью брожения и видимой концентрацией сухих веществ

Figure 3. Relationship between fermentation duration and titratable acidity

Выводы. Бражки, приготовленные на дрожжах с пастеризованным сусликом, имеют хорошие технологические показатели, и брожение проходит в более стерильных условиях с нормальным размножением дрожжевых клеток в процессе брожения. Несмотря на недостаточное содержание дрожжевых клеток в дрожжах первых четырех генераций, количество дрожжевых клеток в суточной бражке

нормальное и достаточное для ведения брожения. Во всех случаях количество засевных дрожжей было одинаковым и равнялось 10% к объему сбраживаемого сусла. Конечные показатели готовых бражек отличаются незначительными величинами по отбрадам, ки-

слотности и остаточному крахмалу. Несколько лучшие результаты по содержанию редуцирующих веществ и восстанавливающих сахаров имеет бражка от 6-10-й генераций дрожжей, по сравнению с 1-5-й генерациями.

Список литературы

1. Меледина Т. В., Давыденко С. Г., Васильева Л. М. Физиологическое состояние дрожжей: учеб. пособие. Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 48 с. EDN: ZVDDZH
2. Калужина О. Ю. Изучение способа активации спиртовых дрожжей // Пиво и напитки. 2017. № 1. С. 30–32. EDN: YKNDRH
3. Ашапкин В.В., Кутуева Л. И., Захарова М. Г. Контроль качества продукции физико-химическими методами: учеб. пособие для студ. вузов. Москва: ДеЛи принт, 2005. 124 с.
4. Хоконова М. Б. Применение ферментных препаратов в производстве пивоваренного солода // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2016. № 1(11). С. 50–54. EDN: ZCRGPJ
5. Хоконова М. Б., Цагоева О.К. Качественные показатели продуктов брожения в спиртовом производстве // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2019. № 1(23). С. 56–59. EDN: CJYQIL
6. Хоконова М. Б., Цагоева О. К. Качественные показатели зерновых заторов, осахаренных ферментами глубинной культуры солода // Актуальная биотехнология. 2019. № 3(30). С. 244–248. EDN: UHGQSJ
7. Биохимия / под. ред. Северина Е. С. 5-е изд., испр. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 316 с.
8. Нечаев А. П., Шуб И. С., Аношина О. М. Технология пищевых производств / под. ред. А. П. Нечаева. Москва: КолосС, 2005. 768 с.
9. Качмазов Г. С. Дрожжи бродительных производств: практическое руководство [Электронный ресурс]. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 224 с. URL: <http://e.lanbook.com> (дата обращения: 30.05.2024)
10. Фараджева Е. Д., Федоров В. А. Общая технология бродительных производств: учеб. пособие. Москва: Колос, 2002. 408 с.

References

1. Meledina T.V., Davydenko S.G., Vasil'eva L.M. *Fiziologicheskoe sostoyanie drozhzhej: ucheb. posobie* [Physiological state of yeast: textbook]. Saint Petersburg: NIU ITMO; IHiBT, 2013. 48 p. (In Russ.). EDN: ZVDDZH
2. Kaluzhina O.Yu. Researching of activating of alcohol yeast. *Beer and drinks*. 2017;(1):30–32. (In Russ.). EDN: YKNDRH
3. Ashapkin V.V., Kutueva L.I., Zaharova M.G. *Kontrol' kachestva produktsii fiziko-khimicheskimi metodami: ucheb. posobiye dlya stud. vuzov* [Product quality control using physical and chemical methods: textbook. aid for students universities]. Moscow: DeLi print, 2005. 124 p. (In Russ.)
4. Khokonova M.B. Application of enzyme preparations in the production of brewing malt. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2016;1(11):50–54. (In Russ.). EDN: ZCRGPJ
5. Khokonova M.B., Tsagoeva O.K. Qualitative indicators of food products in alcohol manufacture. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;1(23):56–59. (In Russ.) EDN: CJYQIL
6. Khokonova M.B., Tsagoeva O.K. Qualitative indicators of grain mashes saccharified with enzymes of deep malt culture. *Aktualnaya biotekhnologiya*. 2019;3(30):244–248. (In Russ.). doi.org/10.20914/2304-4691-2019-3-244-248. EDN: UHGQSJ
7. *Biokhimiya*. [Biochemistry]. Edited by E.S. Severin. Moscow: GEOTAR-Media, 2008. 316 p. (In Russ.)
8. Nechaev A.P., Shub I.S., Anoshina O.M. *Tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. Pod. red. A.P. Nechayeva* [Technology of food production]. Edited by A.P. Nechaev. Moscow: KolosS, 2005. 768 p. (In Russ.)
9. Kachmazov G.S. *Drozhzhi brodil'nykh proizvodstv: prakticheskoye rukovodstvo* [Fermentation yeast: a practical guide]. Saint Petersburg: Lan', 2012. 224 p. Available at: <http://e.lanbook.com> (accessed 30 May 2024). (In Russ.)

10. Faradzheva E.D., Fedorov V.A. *Obshchaya tehnologiya brodil'nyh proizvodstv: ucheb. posobie* [General technology of fermentation production: textbook allowance]. Moscow: Kolos, 2002. 408 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Хоконова Мадина Борисовна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4098-3325, Scopus ID: 57203266828

Карданова Залина Мухадиновна – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель начальника отдела растениеводства и защиты растений Министерства сельского хозяйства Кабардино-Балкарской Республики

Information about the authors

Madina B. Khokonova – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technology Production and Processing of Agricultural Product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4098-3325, Scopus ID: 57203266828

Zalina M. Kardanova – Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Head of the Department of Plant Production and Plant Protection of the Ministry of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Republic

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 31.01.2025;
одобрена после рецензирования 20.02.2025;
принята к публикации 28.02.2025.*

*The article was submitted 31.01.2025;
approved after reviewing 20.02.2025;
accepted for publication 28.02.2025.*

ЭКОНОМИКА

ECONOMY

Региональная и отраслевая экономика

Regional and Sectoral Economy

Научная статья

УДК 338.43

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-114-124

**Региональные различия агропродовольственных цен как фактор
динамики и стабильности национального сельского хозяйства**

**Натэлла Мугарибовна Дугужева¹, Мадина Николаевна Энеева²,
Хадис Магомедович Рахаев^{✉3}**

^{1,2,3}Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

¹natella010@mail.ru

²madis@mail.ru

^{✉3}r3bizengin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7211-3026>

Аннотация. Среди множества факторов и условий, оказывающих влияние на состояние и динамику цен, слабо исследованных до последнего времени, остается феномен пространственных различий. Последние обуславливают перелив капитала, технологий, рабочей силы, товаров между отраслями и видами деятельности и, в конечном счете, приводят к стабилизации цен. Хотя в отдельных случаях эти же различия выступают основой динамических флуктуаций на траектории цены и развития отраслей. До последнего времени вопрос пространственных различий в ценах (а также происходящее выравнивание) рассматривался как причина ресурсных различий (концентрации различных ресурсов на региональных рынках), в соответствии с чем решался путем целенаправленных (как в директивных экономиках) или же спонтанных/конъюнктурных (как в рыночных) вливаний ресурсов в регионы с высокими ценами. А с другой стороны, государство и другие институциональные акторы целенаправленно осуществляли вливание ресурсов в территории с низкими ценами, чтобы «оживить» хозяйственную жизнь в последних. Однако ближайшее рассмотрение указывает на то, что так называемое выравнивание (следовательно, и движение) цен происходит задолго до того, как начинается движение товароматериальных, трудовых, финансовых ресурсов. Речь идет об ожиданиях и «оглядке на соседей». Последние создают специфическое состояние психологии экономических агентов, стимулирующее их идти на разного рода риски, и тем самым «разогревает» рыночную конъюнктуру. Выявлению данного феномена в динамике цены агропродовольственных товаров посвящено настоящее исследование.

Ключевые слова: цена, продовольствие и сельскохозяйственное сырье, душевые денежные доходы, душевые денежные расходы, эффект соседства, эластичность цен

Для цитирования. Дугужева Н. М., Энеева М. Н., Рахаев Х. М. Региональные различия агропродовольственных цен как фактор динамики и стабильности национального сельского хозяйства // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 114–124. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-114-124

Original article

Regional differences in agricultural food prices as a factor in the dynamics and stability of national agriculture

Natella M. Duguzheva¹, Madina N. Eneeva², Khadis M. Rakhaev³✉

^{1,2,3}Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

Abstract. Among the many factors and conditions that influence the state and dynamics of prices, the phenomenon of spatial differences has remained poorly studied until recently. The latter determine the flow of capital, technology, labor, and goods between industries and types of activity and, ultimately, lead to price stabilization. Although in some cases these same differences serve as the basis for dynamic fluctuations in the price trajectory and industry development. Until recently, the issue of spatial differences in prices (as well as the ongoing equalization) was considered as the cause of resource differences (the concentration of various resources in regional markets), accordingly, it was solved by targeted (as in directive economies) or spontaneous/opportunistic (as in market economies) injections of resources into regions with high prices. On the other hand, the state and other institutional actors purposefully injected resources into territories with low prices in order to "revive" economic life in the latter. However, a closer examination shows that the so-called alignment (and therefore movement) of prices occurs long before the movement of goods, materials, labor, and financial resources begins. We are talking about expectations and "looking over one's shoulders". The latter create a specific state of psychology of economic agents, stimulating them to take various risks, and thus "heating up" the market situation. The present study is devoted to identifying this phenomenon in the dynamics of prices of agricultural products.

Keywords: price, food and agricultural raw materials, per capita cash income, per capita cash expenditure, neighborhood effect, price elasticity

For citation. Duguzheva N.M., Eneeva M.N., Rakhaev Kh.M. Regional differences in agricultural food prices as a factor in the dynamics and stability of national agriculture. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):114–124. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-114-124

Введение. Цена – важнейший индикатор рынка и фактор развития производства и вместе с тем – наиболее нестабильный индикатор рынка и производства, который «тянет» за собою другие индикаторы. Таким образом, цена – один из наиболее динамичных параметров производства и рынка, определяющий все другие параметры.

Одним из важнейших признаков цены является ее одновременная нестабильность и стабильность; с одной стороны, цена – постоянно меняющийся параметр, а с другой стороны, она стабильна таким образом, чтобы позволить сформироваться всем остальным параметрам производства и рынка: издержкам, себестоимости, прибыли, доходам, спросу, предложению. Это важнейшее свойство цены заслуживает особого внимания. В соответствии с той важностью, которую цена ока-

зывает на производство и потребление, рынок, она получила активное исследование с библейских времен. В разное время для решения проблем цены были разработаны различные методологические и теоретические положения, методики. Они прошли проверку и активно используются на практике. Одним из интересных и заслуживающих внимания аспектов цены являются ее территориальные (региональные) различия. Причина такого внимания, если смотреть на нее с сугубо теоретической плоскости, заключается в выявлении механизма превращения нестабильности (или текучести) цены в стабильное состояние, иными словами, в превращении цены в фактор динамики и стабильности развития.

Важной и заслуживающей внимания проблемой регионального развития является взаимное влияние цен соседних регионов друг

на друга. Чаще всего в последнем видят рост цен, т.е. когда цена в регионе повышается без всяких объективных причин и факторов, но в силу того, что она поднялась у соседа (в соседнем регионе). Обнаружить данное явление несложно, достаточно посмотреть уровень цен до и после определенной даты. Как правило, регион, стимулировавший рост цены, имел более высокую цену прежде, и через какое-то время в соседнем регионе происходит то же самое. Таким образом, мы имеем ценовой лаг. Но есть и другой способ (индикатор). В регионе, который заимствует импульс, рост цен носит, как правило, дискретный характер, хотя в данном случае заметно, что новый регион как бы устремляется за лидером. В результате можно наблюдать «качание» цены (т.е. как цена покачивается), чтобы из нестабильного состояния перейти в стабильное.

В этом процессе заслуживает внимания сам механизм перехода из нестабильного (в разных вариациях: от микро до мета) в стабильное (также с разными ареалами: от локального до глобального) состояние. В настоящем исследовании проблема превращения нестабильности в стабильность у цены рассматривается не в традиционном товарном, когда рост/снижение цены одного товара ведет к росту/снижению цены другого (-их) товара (-ов), а в пространственном аспекте, когда цены товаров на одном региональном рынке «с оглядкой» относятся к ценам соседних и отдалённых регионов. Таким образом, интерес представляет обмен стабильностью и нестабильностью в региональных хозяйствах.

Цель исследования – выявить объективные и ментальные причины образования феномена пространственных (региональных) различий цен агропродовольственных товаров и определить его влияние на развитие регионального сельского хозяйства.

Цель обусловила постановку и решение следующих задач:

- уточнить базовые положения в современной теории и методологии цены;
- провести формализацию и квантификацию факторов и условий, оказывающих влияние на формирование цен агропродовольственных товаров;
- выявить и исследовать феномен пространственных различий в ценах агропродо-

вольственных товаров (на примере Кабардино-Балкарской Республики и Ставропольского края);

- разработать комплекс мероприятий по учету феномена пространственных различий в развитии региональных агропродовольственных рынков.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования основаны на достаточно разработанной теоретической, методологической и методической базе, в разработке которой деятельное участие принимали как классики экономической науки, так и современники, как зарубежные, так и отечественные исследователи. Среди разработанных и используемых двух основных методологических положений, которых придерживаются в теории и на практике, в настоящем исследовании предпочтение отдано положению, согласно которому цена есть равнодействующая спроса и предложения [1–9]. Согласно ему, цене нет никакого дела до того, сколько в товаре труда, материалов, транспортных затрат, институциональных издержек и проч. Основой установления цены выступает достигнутое при обмене между продавцом и покупателем соглашение о передаче прав собственности от одного агента (продавца) другому (покупателю), и этот обмен правами сопровождается обменом наличностями (со стороны продавца передачей товара, со стороны покупателя эквивалентными обязательствами, т. е. деньгами или другим эквивалентом). Данное методологическое положение получило научное обоснование (от постановки задачи, поиска эмпирического материала и до формулировки выводов и положений) в работах К. Менгера, Е. Бём-Баверка, Ф. Визера, К. Вальтуха, В. Гальперина, У. Джевонса, Ф. Ильясова, С. Казанцева, С. Ландсбурга, А. Маршалла, Дж. С. Милля, Е. Пунина, И. Салимжанова, А. Смита, Дж. Стиглера, Ж. Б. Сэй, Дж. Хикса, R. Lucas, Б. Рахаева, Ра Ха Ев, Н. Римашевской, А. Овсянникова, И. Петай, Дж. Энджела и др. [10–15].

Особый интерес представляют цены на продовольствие и агропродовольственные товары. Этот интерес вызван, с одной стороны, тем, что все слои населения, независимо от социального статуса, уровня доходов и даже ментальных особенностей, являются потребителями (покупателями) данных товаров,

а с другой стороны, само ценообразование сельскохозяйственных товаров и продукции имеет свою специфику, которая в наибольшей мере выражает принципы регулирования рыночного механизма в разных институциях. [16–18].

Среди множества эффектов цены заслуживает внимания так называемый «эффект соседства», который носит территориальный (региональный) характер и проявляется во взаимоотношениях любых административно самостоятельных территорий. Вместе с тем наиболее рельефно он проявляется в условиях явных ментальных и культурно-ценностных различий населения регионов, в связи с чем объектами исследования данного эффекта могли быть приняты национальные республики и области (края), а также отношения между национальными республиками. Именно между ними «эффект соседства» наиболее рельефно проявляет себя в ценах на товары. Проверка выдвинутой гипотезы и теоретических положений осуществлялась на материалах Кабардино-Балкарской Республики (где было отобрано два города – Нальчик и Прохладный) и Ставропольского края (где было отобрано четыре города – Ставрополь, Буденновск, Невинномысск и Пятигорск).

Методическую базу исследования составляет комплекс аналитических (табличного, индексного, графического, корреляционного, дисперсионного, регрессионного и проч.), дескриптивных и логических методов, объединенных в системный подход.

Результаты исследования. Национальный рынок продовольствия и сельскохозяйственной продукции за последние годы (с 2015 по 2023 гг.) демонстрирует одну из наиболее высоких динамик. Удельный вес расходов на питание в структуре потребительских расходов домашних хозяйств составляет почти треть (примечательно, что если в 2010 г. их доля составляла 28%, то в 2021 г. уже 30,4%, а в 2023 г. снизилась до 29,7%). По темпам роста он уступает лишь таким рынкам, как рынок автомобилей, газа, нефтепродуктов. В то же время, в отличие от них, рынок продовольствия и сельскохозяйственной продукции отличается меньшими вариациями, более стабильный по ежегодным темпам роста и в целом самый стабильный. Внутри национального рынка выделяются разного уровня

региональные – макрорегиональные (на уровне федеральных округов), мезо и микро-региональные (муниципальные) рынки. Для каждого из них наблюдаются свои территориальные особенности, связанные как с производственно-хозяйственными, транспортными и т.п. коммуникациям, так и с ментальными и ценностными (национальные и территориальные особенности потребления) особенностями. Часто эти последние, при условии размерности регионального рынка, формируют заметные особенности в развитии национального рынка и в этой связи нуждаются в специальном изучении.

Приведенные в таблице 1 данные указывают, во-первых, на неравномерность распределения цен на основные продовольственные товары как внутри регионов, так и между ними, во-вторых, неравномерность динамики роста товарных цен, в-третьих, неравномерность соотношения уровня цен на одинаковые товары между регионами (региональными центрами и близлежащими городами). В частности, цены на кур охлажденных и мороженых в Нальчике в 2023 г. выросли по сравнению с 2016 г. на 145,5%, тогда как в Прохладном только на 138,6%, сельди соленой, соответственно, на 132,6% и 127,9%, масло сливочное – 215,4% и 197,2%, яйца куриные за 10 шт. – 220,3% и 221,4%, картофель – 148,1% и 128,3%, яблоки – 172,0% и 120,6%, хлеб и хлебобулочные изделия – 151,3% и 159,1%. Таким образом, внутри региона (Кабардино-Балкарии) имела место территориальная дифференциация; почти по всем товарам (исключение составляют хлеб и хлебобулочные изделия) темпы роста цен продовольственных товаров в столице КБР был выше, чем в г. Прохладный. Аналогичный аспект в Ставропольском крае не подтверждает сделанный вывод о более высоких темпах роста цен основных продовольственных товаров в столице региона, чем в его городах. Например, цены кур в Ставрополе выросли за период 2016-2023 гг. на 156,7%, опередив лишь рост цен в Пятигорске (143,0%), тогда как в Буденновске они выросли на 185,7%. Цены же на соленую сельдь в Ставрополе были ниже, чем в других городах края. Лишь рост цен двух товаров – картофель и яблоки – в Ставрополе оказался выше, чем в других городах края. Что касается со-

отношения роста средней территориальной цены, то ценовая динамика Ставропольского края опережала аналогичный индикатор Кабардино-Балкарии за исключением роста цен

масла сливочного (206,9% против 199,4%) и хлеба и хлебобулочных изделий (155,7% против 114,2%).

Таблица 1. Средние потребительские цены на отдельные виды продовольственных товаров по наблюдаемым городам СКФО в 2016-2023 гг. (на конец года)

Table 1. Average consumer prices for certain types of food products in the observed cities of the North Caucasus Federal District in 2016-2023 (at the end of the year)

Годы	Субъекты	Куры охлажденные и мороженые	Сельдь соленая	Масло сливочное	Яйца куриные, за 10 шт.	Картофель	Яблоки	Хлеб и булочные изделия из пшеничной муки различных сортов
2016	Нальчик	140,44	200,20	398,51	66,84	17,97	58,71	42,38
	Прохладный	122,87	203,75	348,09	66,55	21,92	74,61	54,75
2020	Нальчик	136,59	200,90	548,20	80,39	27,38	87,12	55,37
	Прохладный	127,24	190,79	427,10	74,10	26,63	79,63	96,09
2021	Нальчик	184,43	222,98	601,67	89,72	50,09	86,05	65,74
	Прохладный	165,91	214,34	495,38	84,53	47,33	81,79	99,01
2022	Нальчик	177,61	285,08	803,01	72,77	30,42	81,29	59,60
	Прохладный	146,92	237,50	709,54	77,67	30,46	75,50	72,88
2023	Нальчик	204,40	265,50	858,51	148,79	26,61	100,99	64,11
	Прохладный	170,33	260,54	686,35	146,58	28,12	89,98	87,11
2023 г. к 2016 г. в %	Нальчик	145,5	132,6	215,4	222,6	148,1	172,0	151,3
	Прохладный	138,6	127,9	197,2	220,3	128,3	120,6	159,1
	Средняя по городам	142,3	130,2	206,9	221,4	137,2	143,2	155,7
2016	Ставрополь	154,24	204,61	461,46	64,17	20,62	61,04	82,01
	Буденновск	129,14	191,57	318,58	57,84	24,10	61,56	53,49
	Невинномысск	141,53	182,98	421,57	60,11	19,79	75,36	57,91
	Пятигорск	144,05	198,83	437,04	60,89	21,53	65,90	54,31
2020	Ставрополь	144,84	214,86	586,91	79,06	28,78	92,77	102,14
	Буденновск	144,60	191,66	537,58	71,30	29,90	71,42	51,07
	Невинномысск	153,01	187,94	587,62	81,73	30,63	89,60	76,09
	Пятигорск	139,32	192,55	651,35	72,00	31,17	99,51	84,16
2021	Ставрополь	187,73	291,84	717,27	85,84	54,61	89,57	113,93
	Буденновск	200,03	211,28	593,85	74,90	50,01	66,55	55,42
	Невинномысск	185,44	221,85	628,67	86,70	51,07	77,90	83,55
	Пятигорск	176,33	225,19	830,71	89,58	51,25	86,54	87,05
2022	Ставрополь	183,93	274,40	764,73	77,93	33,21	93,38	82,75
	Буденновск	184,62	243,39	692,65	69,34	31,01	70,16	52,10
	Невинномысск	186,51	266,25	783,38	91,64	32,03	91,74	53,16
	Пятигорск	173,49	323,71	941,71	80,31	32,62	104,70	71,17
2023	Ставрополь	241,70	314,04	807,49	142,80	29,27	103,39	89,35
	Буденновск	239,79	288,33	742,23	135,43	31,41	85,73	55,29
	Невинномысск	238,14	283,48	800,38	145,26	33,78	109,58	57,44
	Пятигорск	206,03	357,48	917,64	140,71	26,02	106,88	80,84
2023 г. к 2016 г. в %	Ставрополь	156,7	153,5	175,0	222,5	141,9	169,4	109,0
	Буденновск	185,7	150,5	233,0	234,1	130,3	139,3	103,4
	Невинномысск	168,3	154,9	189,9	241,7	170,7	145,4	99,2
	Пятигорск	143,0	179,8	210,0	231,1	120,9	162,2	148,8
	Средняя по городам	162,7	159,8	199,4	232,2	140,0	153,7	114,2

*Таблица составлена на основании данных «Российский статистический ежегодник. Стат. сб./ Росстат за соответствующие годы.

Другая территориальная особенность в динамике цен продовольственных товаров СКФР заключается в том, что, во-первых, динамика цен в Нальчике ближе всего соответствовала динамике цен г. Пятигорска по таким товарам, как куры и картофель. По цене сельди соленой, яйцам, хлебу и хлебобулочным изделиям – Невинномысску, а маслу сливочному – Невинномысску и Ставрополю, во-вторых, по темпам роста на цены указанных товаров наблюдаются расхождения, т.е. темпы роста цен в регионах и их городах не совпадают.

Такая ситуация требует, во-первых, оценки соотношения уровня цен в регионах, а во-вторых, определения влияния идентичных факторов на уровень и динамику цен.

Для решения первой задачи обратимся к таблице 2, где в качестве сравнительной базы взяты административные центры территорий соответственно Ставрополь – Нальчик и Нальчик – Пятигорск (второй как наиболее близко расположенный к КБР и ее столице).

Таблица 2. Соотношение цен основных продовольственных товаров между административными центрами и соседними городами КБР и Ставропольского края за 2016-2023 гг.

Table 2. Ratio of prices of basic food products between administrative centers and neighboring cities of the Kabardino-Balkarian Republic and Stavropol Krai for 2016-2023

Годы	Субъекты	Куры охлажденные и мороженые	Сельдь соленая	Масло сливочное	Яйца куриные, за 10 шт.	Картофель	Яблоки	Хлеб и булочные изделия из пшеничной муки различных сортов
2016	Нальчик/Ставрополь	91,1	97,8	86,4	104,2	87,1	96,2	51,7
	Нальчик/Пятигорск	97,5	100,7	91,2	109,8	83,5	89,1	78,0
2020	Нальчик/Ставрополь	94,3	93,5	93,4	101,7	95,1	93,9	54,2
	Нальчик/Пятигорск	98,0	104,3	84,2	111,7	87,8	87,5	65,8
2021	Нальчик / Ставрополь	98,2	76,4	83,9	104,5	91,7	96,1	57,7
	Нальчик/Пятигорск	104,6	99,0	72,4	100,2	97,7	99,4	75,5
2022	Нальчик/Ставрополь	96,6	103,9	105,0	93,4	91,6	87,1	72,0
	Нальчик/Пятигорск	102,4	88,1	85,3	90,6	93,3	77,6	83,7
2023	Нальчик/Ставрополь	84,6	84,5	106,3	104,2	90,9	97,7	71,8
	Нальчик/Пятигорск	99,2	74,3	93,6	105,7	102,3	94,5	79,3

*Таблица рассчитана на основании данных таблицы 1.

Расчетные данные указывают на то, что, во-первых, цены кур, масла сливочного, картофеля, яблок, хлеба и хлебобулочных изделий в г.Нальчике росли более высокими темпами, чем в г.Ставрополь; они опережали, а потому в среднем оказывались выше или приближенными к ценам Ставрополя. Однако цены сельди соленой, яиц в Ставрополе опережали цены аналогичных товаров в Нальчике. Во-вторых, цены кур, куриных яиц, картофеля, хлеба и хлебобулочных изделий в Нальчике оказались выше, чем в Пятигорске, и росли быстрее последних. В то же время

цены сельди соленой, масла сливочного, яблок были выше в Пятигорске и росли быстрее, чем в Нальчике.

Обобщая данный аспект пространственной (региональной) ценовой динамики, можно отметить ее противоречивый характер. В одном случае цены Нальчика были выше, чем цены Ставрополя или Пятигорска, тогда как в другом цены в последних городах были выше чем в Нальчике. К тому же цены различных товаров имели разную динамику на разных городских рынках. В связи с последним требуется выяснить влияние одноименных факторов на

ценовую динамику, для чего рассчитаем влияние душевых доходов и душевых потребительских расходов на динамику цен.

Прежде всего заметим, что по размеру среднедушевых доходов Ставропольский край превосходит КБР. В среднем за период 2016-2022 г. отношение среднедушевых доходов КБР к аналогичному индикатору по Ставропольскому краю составило почти 95%. Что же касается душевых потребительских

расходов, то оно составило почти 86%. Таким образом, можно констатировать, что население Ставропольского края имеет более высокие, чем население Кабардино-Балкарии душевые денежные доходы и потребительские расходы. Что касается корреляции цен конкретных товаров с душевыми доходами и потребительскими расходами, то они представлены нами в специальной таблице 3.

Таблица 3. Значение коэффициентов корреляции цен, душевых денежных доходов и душевых потребительских расходов по городам Нальчик, Пятигорск, Ставрополь
Table 3. The value of the correlation coefficients of prices, per capita cash income and per capita consumer expenditure in Nalchik, Pyatigorsk, Stavropol

Показатели	Субъекты	Куры охлажденные и мороженые	Сельдь соленая	Масло сливочное	Яйца куриные, за 10 шт.	Картофель	Яблоки	Хлеб и булочные изделия из пшеничной муки различных сортов
Душевые денежные доходы	Нальчик	0,831	0,840	0,948	0,821	-0,011	0,755	0,626
	Коэфф. эластичности цены от доходов	0,14	-0,64	-0,74	3,09	4,66	2,15	2,88
	Пятигорск	0,789	0,854	0,914	0,803	0,113	0,944	0,597
	Ставрополь	0,766	0,800	0,932	0,780	0,202	0,946	0,009
	Коэфф. эластичности цены от доходов	1,30	1,44	3,89	0,71	-0,04	0,39	-0,25
Душевые потребительские расходы	Нальчик	0,774	0,830	0,936	0,801	-0,094	0,734	0,569
	Пятигорск	0,644	0,842	0,867	0,637	-0,014	0,962	0,455
	Ставрополь	0,616	0,648	0,854	0,621	0,049	0,880	-0,164

*Таблица рассчитана на основании данных таблицы 1 и данных «Регионы России. Социально-экономическое положение» за соответствующие годы.

Душевые денежные доходы населения как важнейший фактор рынка и цены оказывал неоднозначное влияние на цену различных товаров и на различных рынках. Наиболее сильное влияние на рынке Кабардино-Балкарии (г. Нальчик как ее представитель) душевые денежные доходы оказывали на цену масла сливочного (коэф. кор. составил +0,948. Кстати, касательно масла сливочного, это был самый высокий коэффициент корреляции среди городов). Высокая корреляция наблюдается у душевых доходов населения КБР с ценами кур (+0,841), сельди соленой (+0,840), яиц (+0,821). Заметно слабее с цена-

ми яблок (+0.755) и хлеба и хлебобулочных изделий (+0,626). Отрицательная, хотя и ничтожная, корреляция с ценами картофеля. Таким образом, можно констатировать, что рост душевых доходов будет стимулировать рост цен масла сливочного, кур и т.д. и никак не будет влиять на цену картофеля.

Что касается Ставропольского края (г. Ставрополь и Пятигорск), то цены его товаров повторяют основные тенденции в корреляции с душевыми денежными доходами, выявленными в Кабардино-Балкарии, за исключением цен яблок (где они оказываются самыми высокими из всех товаров и почти на

0,2 пункта выше, чем в КБР), цены картофеля (во-первых, корреляция с душевыми денежными доходами положительная, во-вторых, в Ставрополе более 0,2) и цены хлеба и хлебобулочных изделий в Ставрополе (где она оказывается ничтожной +0,009).

Коэффициенты эластичности цен товаров от душевых денежных доходов по Кабардино-Балкарии расходились с коэффициентами корреляции, например, цены сельди и масла сливочного имели отрицательную эластичность с душевыми денежными доходами, а цена картофеля с ее отрицательным и ничтожным коэффициентом корреляции имела положительный наивысший коэффициент эластичности. Что касается Ставропольского края, то здесь у расчетных коэффициентов корреляции между ценами и душевыми денежными доходами и коэффициентов эластичности наблюдаются большие соответствия и синхронность.

Душевые потребительские расходы коррелировали в КБР с ценами в тех же пропорциях, что и душевые денежные доходы с той лишь разницей, что имело более низкий уровень. Поэтому в этом вопросе наблюдается их комплементарность с душевыми денежными доходами. Что касается Ставропольского края, то здесь, во-первых, наблюдается пространственная дифференциация – в целом душевые расходы сильнее коррелировали с ценами всех товаров в г. Пятигорске, чем в столице края – г. Ставрополе. Но в г. Ставрополе была внесена корректива в общую тенденцию – цены картофеля, как и с душевыми денежными доходами, с душевыми расходами коррелировали положительно, хотя и ничтожно, а цена хлеба и хлебобулочных изделий имела отрицательную корреляцию с душевыми потребительскими расходами, хотя и ничтожна по уровню.

Выводы. В результате проведенного исследования напрашиваются следующие выводы. Первый – пространственные (региональные) различия являются важной чертой состояния и особенностей развития цен товаров. При этом для сельскохозяйственных и продовольственных товаров эта особенность выступает своеобразной естественной их чертой, связанной с естественными (климатическими, погодными и т.п.) условиями производства и потребления (национальными и

территориальными). Второй – в то же время территориально-региональные различия в уровне цен, хотя и коррелируют со стоимостью (через затраты и издержки, а также нормы отчислений в региональные институты), но не являются для динамики цены определяющим признаком. Исследования показывают, что в некоторых аспектах признак стоимости (затрат на производство) выступает второстепенным по отношению к спросу и предложению, которые выступают определяющими для цен на продовольствие и сельскохозяйственную продукцию. Третий – регионально-территориальные цены продовольственных и сельскохозяйственных товаров проявляли корреляцию с тремя наиболее значимыми признаками: региональным уровнем душевых денежных доходов, душевым потреблением основных продуктов питания и их отклонениями от норм (биологических или медицинских) потребления, ценами товаров-субститутов. Другие факторы: численность населения (потребителей), валовой сбор (производство), состояние транспортных коммуникаций, уровень миграции (внешней и внутренней) и т.д., хотя так же, как и предыдущие факторы, проявляли корреляцию (некоторые даже высокую), но она не была столь значимой, чтобы определять основные тенденции в динамике и уровне цен. Четвертый – выявлен феномен территориально-региональной корреляции цен, выражающий влияние цен соседнего региона на цены, иначе именуемый эффектом соседства. Объясняется появление данного феномена не производственно-хозяйственными и организационно-институциональными особенностями производства товаров, т.е. миграцией и обменом технологий, связанных с производством товаров, капитала, рабочей силы и т.д., а с ментальными особенностями регионального сознания и психологии, с одной стороны, и частыми сношениями населения регионов между собой, с другой стороны. В целом наличие данного феномена нами связывается с возможностями ментальных особенностей влиять на формирование уровня цены. Речь идет о таких феноменах, как ожидание, справедливость, предприимчивость. Данный феномен выполняет две взаимно противоположные функции в цене: с одной стороны, он усиливает динамику уровня цены, а с другой, влия-

ет на ее стабилизацию. Эффект соседства проявляется на любом территориально-региональном уровне, где имеет место административная обособленность территории. Но рельефно, на наш взгляд, он проявляется между ментально разными территориями. Повидимому, наиболее сильно он проявляется между национальными республиками и областями, краями. Хотя проявляется он также и между областями (краями). Но в первом случае имеют место более явные культурно-

ценностные и ментальные различия, которые, на наш взгляд, и выступают причиной эффекта соседства. Проведенные исследования и полученные результаты указывают на необходимость более глубокого изучения данного феномена как с научно-исследовательской точки зрения (дабы глубже понять механизм его образования и развития), так и с практической точки зрения (использовать данный феномен для регулирования цен национального рынка).

Список литературы

1. Lucas R. Econometric Policy Evaluation: A Critique. Carnegie-Rochester Series on Public Policy, 1976. Vol. 1. Pp. 326–334.
2. Менгер К., Бём-Баверк Е., Визер Ф. Австрийская школа в политической экономии; пер. с нем. Москва: Экономика, 1992. 493 с.
3. Вальрас Л. Теория потребительского поведения. Санкт-Петербург, 1914. 231 с.
4. Казанцев С. В. Теоретические модели цен: критический анализ буржуазных концепций. Новосибирск: Наука, 1987. 221 с.
5. Ландсбург С. Теория цен и ее применение; пер. с англ.; под науч. ред. М. И. Левина; РАНХиГС при Президенте РФ. Москва: Дело, 2018. 853 с. ISBN 978-5-7749-1417-3.
6. Маршалл А. Принципы политической экономии. В 3 т. Москва: Прогресс, 1983.
7. Милль Дж. С. Основы политической экономии. В 3 т. Т. 2, 3. Москва: Прогресс, 1980.
8. Теория потребительского поведения и спроса / Под ред. В. М. Гальперина. Санкт-Петербург: Экономическая школа, 1993. 380 с. ISBN 5-900428-02-8.
9. Хикс Дж., Аллен Р. Дж. Пересмотр теории ценности // Вехи экономической мысли. Том 1. Теория потребления и спроса / Под ред. В. М. Гальперина. Санкт-Петербург: Экономическая школа, 2000. С. 117–141.
10. Майкл В. Марн, Эрик В. Регнер, Крейг К. Завада. Ценовое преимущество. Москва: Альпина Паблишер, 2017. 320 с.
11. Радаев В. В. Кому принадлежит власть на потребительских рынках. Отношения розничных сетей и поставщиков в современной России: моногр. Москва: Высшая Школа Экономики (Государственный Университет), 2021. 384 с.
12. Рахаев Б., Ра Ха Ев Р.Х.Е. Модели оценки поведения потребителей // Маркетинг. 2004. № 1. С. 23–32. EDN: OXYXWD
13. Роберт Дж. Долан, Герман Саймон. Эффективное ценообразование. Москва: Экзамен, 2019. 416 с.
14. Ценообразование / Г. А. Тактаров [и др.]. Москва: Финансы и статистика; Инфра-М, 2022. 192 с. EDN: QQJRKV
15. Поведение потребителей / Энджел Дж. [и др.]. Изд. 9-е. Пер. с англ. / Под ред. Л. А. Волковой. Санкт-Петербург: Питер, 2020. 723 с.
16. Баймухамедова Г. С. Особенности формирования ценообразования на сельхозпродукцию в рыночных условиях // Аграрный вестник Урала. 2015. № 7 (137). С. 71–74. EDN: ULXHGH
17. Рахаев Х. М., Баккуев Э. С., Гятов А. В. Как повлияла цена производителей сельскохозяйственной продукции на динамику роста в сельском хозяйстве Кабардино-Балкарии // АПК: Экономика, управление. 2022. № 2. С. 48–56. DOI: 10.33305/222-48. EDN: RKVЕСM
18. Трубилин А. И., Сидоренко В. В., Мельников А. Б., Михайлушкин П. В. Ценовая политика в аграрном секторе экономики // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 1. С. 8–11. DOI: 10.24411/2587-6740-2019-11002. EDN: YWNRSH

References

1. Lucas R. *Econometric Policy Evaluation: A Critique*. Carnegie-Rochester Series on Public Policy, 1976. Vol. 1. Pp. 326–334.
2. Menger K., Böhm-Bawerk E., Wieser F. *Avstrijskaja shkola v politicheskoj ekonomii; per. s nem.* [The Austrian School in Political Economy; trans. from German]. Moscow: Ekonomika, 1992. 493 p. (In Russ.)
3. Walras L. *Teorija potrebitel'skogo povedenija* [Theory of consumer behavior]. Saint Petersburg, 1914. 231 p. (In Russ.)
4. Kazantsev S.V. *Teoreticheskie modeli cen: kriticheskij analiz burzhuaiznykh koncepcij* [Theoretical models of prices: a critical analysis of bourgeois concepts]. Novosibirsk: Nauka, 1987. 221 p. (In Russ.)
5. Landsburg S. *Price Teorija cen i ee primenenie; per. s angl.; pod nauch. red. M. I. Levina; RANHiGS pri Prezidente RF* [Theory and Its Application; trans. from English; under scientific editorship M.I. Levin; RANHiGS under the President of the Russian Federation]. Moscow: Delo, 2018. 853 p. (In Russ.) ISBN 978-5-7749-1417-3
6. Marshall A. *Principy politicheskoj ekonomii. V 3 t.* [Principles of Political Economy. In 3 vols.]. Moscow: Progress, 1983. (In Russ.)
7. Mill J.S. *Osnovy politicheskoj ekonomii. V 3 t. T. 2, 3* [Foundations of Political Economy. In 3 vols. Vol. 2, 3]. Moscow: Progress, 1980. (In Russ.)
8. *Teorija potrebitel'skogo povedenija i sprosa. Pod red. V.M. Gal'perina* [Theory of consumer behavior and demand. Ed. V.M. Galperin]. Saint Petersburg: Economic School, 1993. 380 p. (In Russ.) ISBN 5-900428-02-8
9. Hicks J., Allen R.J. *Peresmotr teorii cennosti. Vehl ekonomicheskoy mysli. Tom 1. Teorija potreblenija i sprosa. Pod red. V.M. Gal'perina.* [Reconsidering the Theory of Value. Milestones in Economic Thought. Volume 1. Theory of Consumption and Demand. Ed. V.M. Galperin]. Saint Petersburg: ekonomicheskaja shkola, 2000. Pp. 117–141. (In Russ.)
10. Michael W. Marn, Eric W. Regner, Craig K. Zawada. *Cenovoe preimushhestvo* [The Price Advantage]. Moscow: Al'pina Publisher, 2017. 320 p.
11. Radaev V.V. *Komu prinadlezhit vlast' na potrebitel'skih rynkah. Otnoshenija roznichnykh setej i postavshhikov v sovremennoj Rossii: monogr* [Who owns the power in consumer markets. Relations between retail chains and suppliers in modern Russia: monograph]. Moscow: Vysshaja Shkola Ekonomiki (Gosudarstvennyj Universitet), 2021. 384 p. (In Russ.)
12. Rahaev B., Ra Ha Ev R.H.E. *Modeli ocenki povedenija potrebitelej. Marketing.* 2004;(1):23–32. (In Russ.) EDN: OXYXWD
13. Robert J. Dolan, Herman Simon. *Effektivnoe cenoobrazovanie* [Efficient Pricing]. Moscow: Ekzamen, 2019. 416 p. (In Russ.)
14. Taktarov G.A. [et al.]. *Cenoobrazovanie* [Pricing]. Moscow: Finansy i statistika; In-fra-M, 2022. 192 p. (In Russ.). EDN: QQJRKВ
15. Angel J. [et al.]. *Povedenie potrebitelej. Izd. 9-e. Per. s ang. Pod red. L.A. Volkovoj* [Consumer Behavior. 9th ed. Trans. from English. Ed. by L.A. Volkova]. Saint Petersburg: Piter, 2020. 723 p. (In Russ.)
16. Baymuhamedova G.S. The peculiarities of price formation for agricultural products in the market conditions. *Agrarian bulletin of the Urals.* 2015;7(137):71–74. (In Russ.). EDN: ULXHGH
17. Rakhiev Kh.M., Bakkuev E.S., Giatov A.V. How the price of agricultural producers influenced the growth dynamics in agriculture in Kabardino-Balkaria. *AIC: economy, management.* 2022;(2):48–56. (In Russ.). DOI: 10.33305/222-48. EDN: RKBECM
18. Trubilin A.I., Sidorenko V.V., Melnikov A.B., Mikhailushkin P.V. Price policy in the agrarian sector of economy. *International agricultural journal.* 2019;(1):8–11. (In Russ.). DOI: 10.24411/2587-6740-2019-11002. EDN: YWNRSН

Сведения об авторах

Дугужева Натэлла Мугарибовна – старший преподаватель кафедры управления, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

Энеева Мадина Николаевна – доктор экономических наук, доцент кафедры управления, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8624-1575

Рахаев Хадис Магомедович – доктор экономических наук, профессор кафедры управления, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 8316-6534

Information about the authors

Natella M. Duguzheva – Senior Lecturer, Department of Management, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

Madina N. Eneeva – Doctor of Economics, Associate Professor of Management, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8624-1575

Khadis M. Rakhaev – Doctor of Economics, Professor of the Department of Management, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8316-6534

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

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

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 17.02.2025;
одобрена после рецензирования 05.03.2025;
принята к публикации 12.03.2025.*

*The article was submitted 17.02.2025;
approved after reviewing 05.03.2025;
accepted for publication 12.03.2025.*

Научная статья

УДК 338.436.33:658

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-125-134

Управление запасами на предприятиях агропромышленного комплекса на основе модели Харриса – Вильсона

Анжелика Ринатовна Мирзоева

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

angelika_h1975@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3942-1278>

Аннотация. Данная статья посвящена анализу инструментов управления запасами в контексте снабженческой деятельности предприятий агропромышленного комплекса. В статье анализируется применение классического инструмента оптимизации запасов – модели Харриса – Вильсона в условиях специфики агропромышленного комплекса. Исследование акцентирует внимание на особенностях использования модели, обусловленных сезонностью производства и потребления, нестабильностью цен и ограниченным сроком годности сельскохозяйственной продукции. Проведен детальный анализ факторов, оказывающих влияние на выбор оптимального размера заказа. В их число входят стоимость хранения, затраты на доставку, скорость оборота товара, сезонные колебания спроса, риск порчи и нестабильность цен. В практической части статьи представлен алгоритм применения модели Харриса – Вильсона на примере конкретного предприятия АПК. Результаты исследования демонстрируют, что модель Харриса – Вильсона может быть успешно адаптирована для оптимизации системы управления запасами в агропромышленном комплексе, позволяя снизить затраты на хранение и закупку, минимизировать риски, связанные с колебаниями цен, и, в конечном счете, улучшить эффективность производства. Данная статья будет полезна для специалистов в области управления запасами, менеджеров предприятий АПК, а также студентов, изучающих логистику и управление цепями поставок.

Ключевые слова: запасы, снабжение, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, управление, модель Харриса – Вильсона, оптимизация заказов

Для цитирования. Мирзоева А. Р. Управление запасами на предприятиях агропромышленного комплекса на основе модели Харриса – Вильсона // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 125–134. doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-125-134

Original article

Inventory management at agro-industrial enterprises based on the Harris – Wilson model

Anzhelika R. Mirzoeva

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

angelika_h1975@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3942-1278>

Abstract. This article is devoted to the analysis of inventory management tools in the context of supply activities of enterprises of the agro-industrial complex. The article analyzes the application of the classic inventory optimization tool – the Harris – Wilson model in the specific conditions of the agro-industrial complex. The study focuses on the features of the model use due to the seasonality of production and consumption, price instability and limited shelf life of agricultural products. A detailed analysis of the factors influencing the choice of the optimal order size is carried out. These include storage costs, delivery costs, product turnover rate, seasonal fluctuations in demand, risk of spoilage and price instability. The practical part of the article presents an algorithm for applying the Harris – Wilson model using the example of a specific enterprise of the agro-industrial complex. The results of the study demonstrate that the Harris – Wilson model can be successfully adapted to optimize the inventory management system in the agro-industrial complex, allowing to reduce storage and purchasing costs, minimize risks associated with price fluctuations and, ultimately, improve production efficiency. This article will be useful for specialists in the field of inventory management, managers of agricultural enterprises, as well as students studying logistics and supply chain management.

Keywords: stocks, supply, agro-industrial complex, agriculture, management, Harris – Wilson model, order optimization

For citation. Mirzoeva A.R. Inventory management at agro-industrial enterprises based on the Harris – Wilson model. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):125–134. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-125-134

Введение. Управление запасами играет ключевую роль в обеспечении эффективной и устойчивой работы агропромышленного комплекса (АПК).

Во-первых, управление запасами позволяет оптимизировать логистические процессы. В сельском хозяйстве, где производство продукции сезонно, важно иметь механизмы хранения и распределения продукции, которые минимизируют потери и обеспечивают своевременную поставку товаров на рынок. Эффективное управление запасами помогает оптимизировать складирование, транспортировку и обработку сельскохозяйственной продукции, снижая затраты на логистику и повышая рентабельность.

Во-вторых, управление запасами способствует минимизации рисков, связанных с колебаниями цен и спроса. Нестабильность цен на сырье и сельскохозяйственную продукцию, а также сезонные колебания спроса требуют от производителей гибкости и способности адаптироваться к меняющимся условиям. Эффективное управление запасами позволяет производителям поддерживать оптимальный уровень запасов, минимизируя потери от порчи, недопоставки и излишков.

В-третьих, управление запасами является неотъемлемой частью обеспечения качества и безопасности продукции. В агропромышлен-

ном комплексе контроль над условиями хранения и транспортировки продукции необходимо для сохранения ее качества и безопасности для потребителей. Эффективное управление запасами позволяет обеспечить соблюдение всех необходимых стандартов и процедур, что является основой для построения доверия к продуктам.

Снабжение представляет собой ключевой функциональный аспект деятельности любого предприятия, независимо от отраслевой принадлежности. Существует два основных подхода к интерпретации понятия «снабжение», каждый из которых акцентирует внимание на различных аспектах этой деятельности.

Первый подход, сфокусированный на тактических операциях, рассматривает снабжение как процесс закупок, который предполагает регулярные операции по приобретению необходимых для производственной деятельности товарно-материальных ценностей. Данная интерпретация подразумевает минимизацию риска дефицита ресурсов.

В рамках стратегического подхода к снабжению его рассматривают не как изолированную деятельность, а как комплексный процесс управления закупками. Такой подход выходит за рамки непосредственной закупки материалов и услуг, охватывая планирование, разработку эффективных схем закупок, нала-

живание и поддержание взаимоотношений с внутренними подразделениями предприятия, а также с внешними поставщиками и подрядчиками.

Ключевым фактором в этом контексте является учет потребностей и запросов конечного потребителя. Как отмечают исследователи [1], «эволюция демонстрирует сдвиг парадигмы в снабжении от узкоспециализированной деятельности к одному из интегрированных макропроцессов в цепочке поставок на предприятии». Исторически сложилось разделение закупочной деятельности на отдельные структурные подразделения, но в современном управлении предприятием требуется интеграция этих подразделений в единую организационную структуру.

Эффективная организация управленческого учета снабженческой и закупочной деятельности является неотъемлемой частью достижения целевых показателей деятельности предприятия. Она обеспечивает получение системной, аналитической и оперативной информации, необходимой для принятия обоснованных управленческих решений. Управление поставками и закупками, по нашему мнению, должно охватывать этапы планирования, организации, учета, контроля и анализа снабженческо-заготовительного процесса.

Цель исследования. Потребность в запасах материальных ресурсов является ключевым фактором, определяющим эффективность любой системы управления запасами. Данные о потребностях в запасах служат основой для определения объемов и сроков заказов, а также планирования поставок, установления оптимальных уровней запасов, которые минимизируют риски дефицита, но при этом не ведут к излишним затратам на хранение. Точная информация о потребностях позволяет выстроить долгосрочные и взаимовыгодные отношения с поставщиками, основываясь на прогнозируемом спросе. В связи с этим **целью исследования** является анализ инструментов управления запасами, изучение их преимуществ и недостатков, а также определение области их эффективного применения.

Материалы, методы и объекты исследования. Объем спроса на материальные ресурсы, необходимые для производствен-

ной деятельности, прямо зависит от характера потребностей предприятия. В случае, когда запас материальных ресурсов формируется на входе в производственное предприятие, основной фактор, определяющий объем спроса на сырье и материалы, – это план производства.

План производства устанавливает потребность в основных материалах, необходимых для изготовления конечной продукции. Однако, спрос на материальные ресурсы не ограничивается только планом производства. На него влияют и потребности в обслуживании основного производства в материалах для профилактики оборудования, вспомогательных материалах, инструментах и т. д. Это особенно актуально для предприятий с автоматизированными процессами и использованием сложного оборудования [1].

Также необходимо учитывать планируемые изменения в технологическом процессе – введение новых технологий или модернизация оборудования могут потребовать новых материалов, необходимых для работы с обновленным процессом. Сезонные колебания также играют свою роль, особенно в отраслях, зависящих от времени года, например, в сельском хозяйстве или строительстве. Рыночные тенденции, изменения цен на сырье и материалы, появление новых материалов, все это может стимулировать предприятие пересмотреть свои планы закупок.

Антипенко В. С., Бабич Н. С., Касименко Л. М., Николаева Н. С. [2] акцентируют внимание на необходимости системного подхода к определению потребности предприятия в материальных ресурсах. Они утверждают, что эта потребность должна быть строго обоснована с помощью соответствующих расчетов, учитывающих все возможные виды потребления материальных ресурсов. В рамках исследования авторы выделяют несколько категорий потребления сырья и материалов, а именно:

- потребление, непосредственно связанное с технологическим процессом производства конечной продукции;
- потребление, обусловленное расширением материально-технической базы предприятия, включающее инвестиционные проекты по строительству новых объектов или модернизации существующих;

- потребление, связанное с разработкой и внедрением инновационных технологий, а также проведением экспериментальных исследований;

- потребление, направленное на поддержание работоспособности оборудования, инфраструктуры и других активов предприятия;

- потребление, связанное с производством инструментов, приспособлений и других средств, необходимых для технологических процессов;

- потребление, направленное на формирование резервных запасов сырья и материалов для обеспечения бесперебойной работы предприятия в условиях возможных форс-мажорных обстоятельств;

- потребление, связанное с накоплением сырья и материалов, находящихся в процессе обработки или складирования на различных этапах технологического цикла.

Анализ практики принятия решений о размерах закупаемых партий сырья и материалов на предприятиях АПК показывает, что ключевыми факторами, влияющими на выбор объема закупок, являются внешние факторы. Более 80% респондентов, участвующих в исследовании, указывают на следующие критерии: цена покупки; возможность получения скидок за объем закупок или заблаговременное планирование поставок; стоимость доставки сырья и материалов, включая транспортные тарифы, грузоподъемность транспорта, географическое местоположение поставщика и климатические условия доставки; минимальный объем продукции, который поставщик готов отгрузить; время, необходимое для доставки сырья и материалов, включая возможные задержки; эффективность коммуникаций с поставщиком и перевозчиком, позволяющая оперативно решать возникающие вопросы; данные о потребностях предприятия в сырье и материалах; прогноз потребности в сырье и материалах на определенный период времени; влияние сезонных факторов на спрос и цены; затраты, связанные с использованием сырья и материалов; затраты на приемку, хранение и обработку сырья и материалов.

Исходя из вышеизложенного можно сказать о том, что при принятии решений о размерах закупаемых партий сырья и материалов на предприятиях АПК преимущественное

внимание уделяется внешним факторам, таким как стоимость, доступность, транспортные расходы, а также характеристикам рынка и поставщиков. Внутренние факторы, такие как потребности в запасах, производственные потребности, используются в меньшей степени. Это может быть связано с тем, что внешние факторы более очевидны и доступны для анализа, в то время как внутренние факторы, такие как потребности производства или уровень запасов, часто остаются недостаточно учтенными.

В настоящее время, когда перед менеджментом стоит задача оптимизации логистических процессов, особое значение приобретает эффективное управление снабженческо-заготовительной деятельностью. Ключевой целью данного управления является минимизация совокупных затрат, связанных с движением материальных потоков, что достигается путем информационного обеспечения менеджмента для принятия оптимальных управленческих решений.

Основная задача управления снабжением сводится к минимизации расходов на формирование и хранение запасов материальных ресурсов, а также к предотвращению убытков, возникающих из-за перебоев в поставках необходимых материалов для производства.

Если говорить об управлении снабженческой деятельностью на предприятиях агропромышленного комплекса, то можно констатировать, что это сложная задача, требующая комплексного подхода и учета множества факторов. В отличие от других отраслей, АПК обладает рядом особенностей, которые влияют на формирование запасов.

Во-первых, АПК характеризуется сезонностью производства и потребления. Урожай собирается в определенные периоды, а потребность в сельскохозяйственной продукции колеблется в зависимости от времени года. Поэтому необходимо прогнозировать спрос и планировать запасы с учетом сезонных колебаний, чтобы избежать дефицита продукции в пиковые периоды и излишков в межсезонье.

Во-вторых, цены на сырье и продукцию в сельском хозяйстве подвержены значительным колебаниям. Нестабильность цен обусловлена природными факторами, влиянием политической ситуации и изменениями в спросе. Поэтому планирование запасов

должно учитывать динамику цен и возможность изменения стратегии закупки и хранения сырья.

В-третьих, сельскохозяйственная продукция имеет ограниченный срок годности. Важно оптимизировать объемы закупок и хранения, используя технологии обработки и консервации, чтобы минимизировать потери от порчи.

К тому же производство в АПК подвержено влиянию природных факторов. Неблагоприятные погодные условия могут привести к снижению урожайности и нестабильности поставок, что необходимо учитывать при планировании запасов.

Научная литература активно исследует вопрос моделирования оптимизации и оценки уровня управления запасами, что обусловлено актуальностью и значимостью этой проблемы. Развитие этой области происходит благодаря как классическим трудам, таким как математическая теория управления запасами и экономико-математические исследования Ф. У. Харриса [3, 4], так и современным исследованиям.

Одним из известных подходов к разработке моделей управления запасами является модель Р. Н. Вильсона [5], которая рассматривает закупку продукции оптимальными партиями у внешнего поставщика. Применение таких моделей позволяет оптимизировать процесс управления запасами, уменьшить необходимые запасы и сократить расходы.

Развитие моделирования управления запасами в России также имеет богатую историю. Отечественные ученые [6–9] внесли значительный вклад в эту область, исследуя такие важные аспекты как:

- минимизация затрат на закупку, доставку и хранение материалов за счет оптимизации объема заказываемой партии;
- своевременное формирование нового заказа и предотвращение дефицита материалов за счет регулярного контроля уровня запасов;
- повышение эффективности закупок за счет выбора наиболее выгодных условий поставки и оптимизации количества поставщиков.

Особое внимание в России уделяется оптимизации управления запасами в условиях нестабильной экономической ситуации, что

обусловлено необходимостью снижения затрат и повышения эффективности функционирования предприятий.

В этом контексте классическая модель Харриса – Вильсона, предложенная в начале XX века, остается актуальной и широко применяется в практике. Модель помогает определить оптимальный объем заказа, учитывая затраты на закупку, доставку и хранение, минимизируя суммарные издержки.

Расчет оптимального, экономичного размера заказа (EOQ – economic order quantity) проводился по формуле:

$$EOQ = \sqrt{(2 * C * V) / I},$$

где

C – логистические расходы на поставку единицы продукции (материалов, товаров и т.п.);

V – потребность в поставке данного вида продукции в натуральных единицах измерения;

I – расходы на хранение единицы приобретаемой продукции.

Данная модель представляет собой традиционный инструмент оптимизации запасов, основанный на ряде предположений, которые могут не отражать реальные условия. Во-первых, модель EOQ оптимизирует запасы для одного типа товара, предполагая неизменный спрос во времени. Она также игнорирует изменения в стоимости товара и доставки, предполагая отсутствие скидок. Более того, модель не учитывает вариативность сроков поставки и не включает дополнительные запасы, такие как транспортные, подготовительные, сезонные или гарантийные.

Кроме того, формула EOQ предполагает, что каждая поставка полностью соответствует заказанному количеству и приходит на склад в течение одного учетного периода.

Эти допущения позволяют упростить расчет оптимального объема заказа, но в реальных условиях они могут не выполняться. Например, спрос может быть неравномерным, цены могут меняться, а сроки поставки могут варьироваться. В таких случаях необходимо использовать более сложные модели управления запасами, которые учитывают реальные условия работы предприятия [10].

Формула модели Харриса – Вильсона, хотя и проста в использовании и полезна в ряде случаев, не лишена ограничений, которые делают ее неприменимой в современных условиях ведения бизнеса. Изменчивый спрос, жесткая конкуренция, различные ценовые предложения, влияние разнообразных факторов на сроки доставки и другие факторы требуют более гибких и сложных подходов к управлению запасами. В связи с этим формула EOQ требует ряд модификаций, направленных на ее адаптацию к различным условиям. Среди этих модификаций можно отметить учет страховых запасов, постепенного пополнения запасов, потерь от дефицита, дефицита при постепенном пополнении, заказов на несколько видов материалов, оптовых скидок и даже НДС.

Благодаря этим модификациям формула EOQ является, по нашему мнению, более применимой к современным условиям и может помочь предприятиям более эффективно управлять своими запасами и снизить издержки.

Результаты исследования. Эффективное управление запасами, предусматривающее оптимизацию их уровня, немислимо без применения аналитического подхода. Практическое использование формул, направленных на определение оптимального уровня запасов, основывается на наличии комплексной аналитической информации, собираемой и обрабатываемой в рамках системы управленческого учета. Для объективного расчета ключевых параметров запасов необходимо учитывать следующие показатели (рис. 1).

Оптимизация запасов – сложный процесс, требующий глубокого понимания их динамики. Необходимо учитывать не только общие показатели, но и детализировать движение запасов на уровне отдельных единиц хранения. Ключевыми факторами, влияющими на оптимизацию, являются: данные о фактически полученных запасах в определенный период времени; прогноз о поступлении новых запасов в будущем; предполагаемое использование запасов в ближайшем будущем; установленные правила, определяющие минимальный и максимальный допустимый уровень запасов, включая страховые запасы и

нормы потребления; промежуток времени, за который анализируется движение запасов.

С учетом вышеуказанных параметров, предлагается применить модель оптимального объема закупки (EOQ) в ООО «Нальчик хлеб» на 2025 г., чтобы оптимизировать закупки муки. Это позволит определить оптимальный объем закупки, оптимизировать финансовые ресурсы предприятия, минимизировав издержки на хранение и закупку муки и гарантировав стабильный и бесперебойный производственный цикл. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Проведенный анализ потребности в муке ООО «Нальчикхлеб» на 2025 год позволил определить оптимальные параметры закупок.

В первом квартале рекомендуется осуществлять закупки мукой партиями по 151,65 тонн, подавая 5 заявок на поставку. Общий объем финансовых ресурсов, необходимых для обеспечения снабжения в данном периоде, составит 34 086,83 тыс. рублей.

Во втором, третьем и четвертом кварталах оптимальные размеры закупки за одну заявку должны составлять 170,02 т, 176,38 т и 178,07 т соответственно, с количеством заявок в каждом квартале по 6. Соответственно, общая потребность в оборотных средствах для бесперебойного производства на ООО «Нальчикхлеб» в указанные кварталы составит 42 919,98 тыс. руб., 46 337,12 тыс. руб. и 47 265,97 тыс. руб.

Оптимальный размер заказа является фундаментальным элементом в управлении запасами, направленным на минимизацию совокупных издержек предприятия. Он выступает ключевым фактором, определяющим эффективность взаимодействия между различными подразделениями, включая отдел закупок, складское хозяйство, логистику и транспортные компании.

Определение оптимального размера заказа позволяет оптимизировать уровень максимального запаса, минимизировать издержки хранения и обеспечить наиболее эффективную частоту заказов. Такой подход интегрирует функции управления запасами, складского хозяйства, логистики и закупок, обеспечивая синхронность их работы и сокращая потери ресурсов.

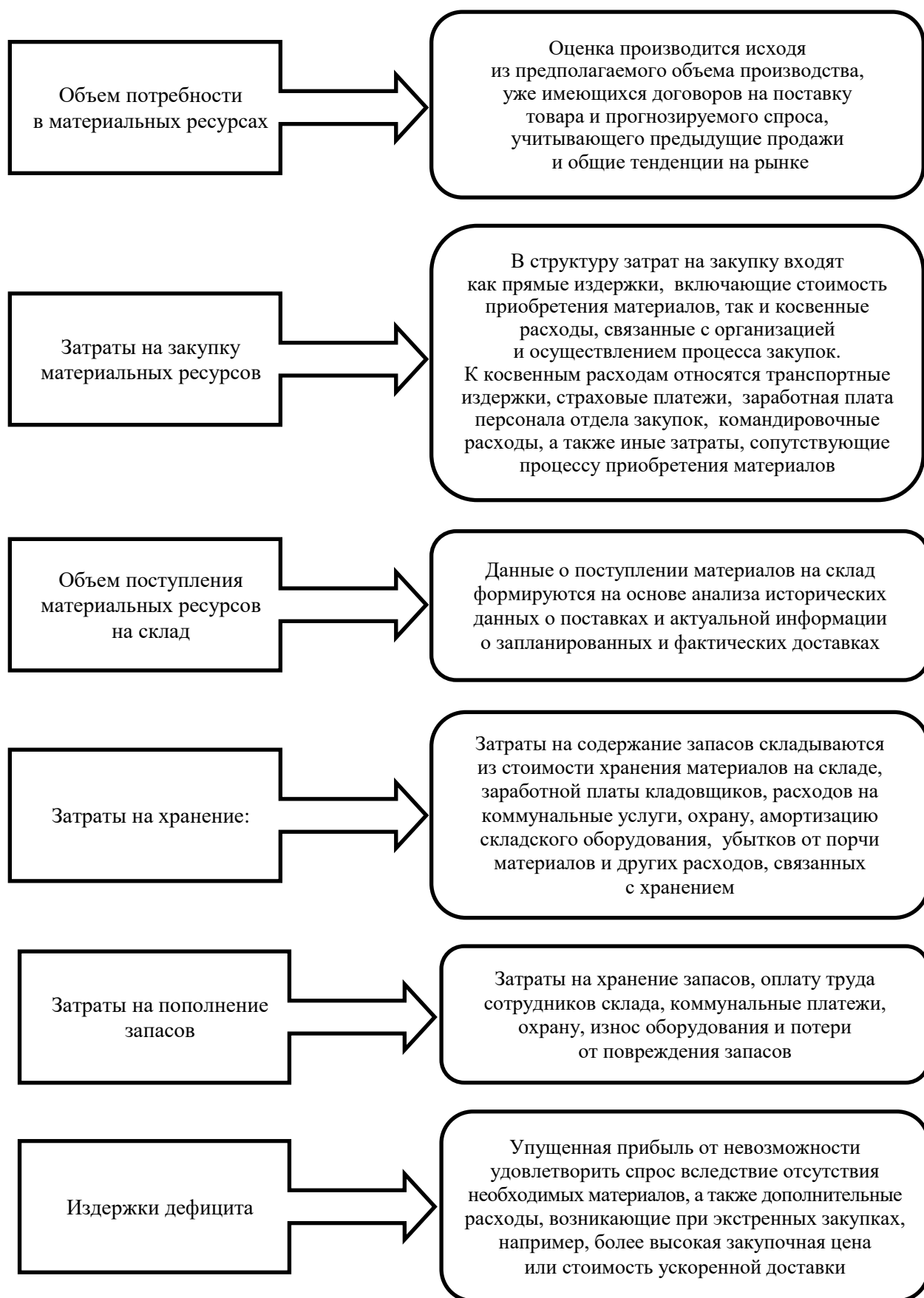


Рисунок 1. Показатели для расчета оптимального уровня запасов
Figure 1. Indicators for calculating the optimal inventory level

Таблица 1. Оценка потребности в оборотных средствах для организации бесперебойного
производственного процесса в ООО «Нальчикхлеб» на 2025 г.

Table 1. Assessment of the need for working capital to organize an uninterupte
d production process at Nalchikkhleб LLC for 2025

№ п/п	Показатели	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.
1	Объем производства, т	665	830	870	882
2	Норма расхода муки на 1 т готовой продукции, т	1,33	1,33	1,33	1,33
3	Цена 1 т муки, тыс. руб.	25	25	25	25
4	Процент по депозиту (безрисковая ставка), %	20	20	20	20
5	Затраты на закупку, тыс. руб.	46	46	46	46
6	Индекс роста затрат на закупку сырья	1	1,03	1,07	1,08
7	Индексированные затраты на закупку сырья, тыс. руб. (стр. 5 × стр. 6)	46	47,38	49,22	49,68
8	Затраты на содержание 1 т сырья на складе, тыс. руб.	0,45	0,45	0,45	0,45
9	Индекс роста затрат	1	1,03	1,07	1,08
10	Индексированные затраты на содержание сырья на складе, тыс. руб.	0,45	0,4635	0,4815	0,486
11	Альтернативные издержки на 1 т сырья, тыс. руб. (стр. 3 × стр. 4 /100%)	5	5	5	5
12	Затраты на содержание 1 т сырья на складе с уче- том альтернативных издержек, тыс. руб. (стр. 11 + стр. 10)	5,45	5,46	5,48	5,49
13	Потребность в сырье на производство, т (стр. 1 × стр. 2)	884,45	1103,9	1157,1	1173,06
14	Страховой запас сырья на конец бюджетного пе- риода, т (стр. 13 × 0,3)	265,34	331,17	347,13	351,92
15	Запас сырья на начало бюджетного периода, т	200	265,34	331,17	347,13
16	Потребность в сырье на бюджетный период, т (стр. 13 + стр. 14 + стр. 15)	1 349,79	1 700,41	1 835,40	1 872,11
17	Оптимальный размер заказа закупки сырья на бюджетный период, т	151,65	170,02	176,38	178,07
18	Количество заявок на поставку сырья (стр. 16 / стр. 17)	5	6	6	6
19	Период времени между поставками, дни (90 / стр. 18)	17,4	15,7	15,3	15,2
20	Издержки по возобновлению запасов сырья, тыс. руб. (стр.18 × стр.7)	237,50	271,49	288,82	293,40
21	Издержки по хранению сырья, тыс. руб. ((стр. 14 + стр. 15) / 2) × стр. 10)	104,70	138,24	163,30	169,87
22	Издержки на закупку сырья, тыс. руб. (стр.16 × стр. 3)	33 744,63	42 510,25	45 885,00	46 802,70
23	Общие затраты на бюджетный период на сырье, тыс. руб. (стр. 20 + стр. 21 + стр. 22)	34 086,83	42 919,98	46 337,12	47 265,96

Выводы. Управление запасами в АПК является комплексной системой, направленной на оптимизацию всех этапов, от производства до реализации продукции. Оно играет ключевую роль в повышении эффективности производства, снижении затрат, увеличении прибыли и обеспечении качества сельскохозяйственной продукции. Для достижения оптимальных результатов необходимо придерживаться системного подхода, охватывающего все этапы жизненного цикла запасов.

На первом этапе большое значение имеет глубокий анализ предыдущих периодов. Необходимо оценить степень удовлетворенности производственных и коммерческих процессов необходимыми материальными ресурсами, а также выявить слабые места в использовании запасов. Особое внимание следует уделить структуре запасов, классификации и динамике их изменения, с учетом сезонных колебаний. Важно провести объективную оценку продуктивности каждой категории и группы запасов, выявляя их эффективность. Не менее важно изучить размер и структуру фактических затрат на содержание запасов, с учетом категорий этих затрат.

Следующий этап – четкое определение целей формирования запасов. Для этого необ-

ходимо систематизировать и сгруппировать запасы по целевому назначению, что позволит применять дифференцированные методы управления. Определяя цели формирования запасов, мы можем учитывать такие факторы, как поддержание оптимального уровня текущей добычи, реализация существующего продукта, создание сезонных запасов и т. д.

Далее необходимо оптимизировать размеры основных групп текущих запасов, особое внимание уделяя запасам текущего хранения, характеризующимся непрерывным восполнением и постоянным присутствием на складе. Задача состоит в том, чтобы обеспечить баланс между необходимостью и избыточностью запасов.

И наконец, основой эффективного управления запасами является создание эффективной системы внутреннего контроля. Система должна обеспечивать актуальное формирование оптимальных заказов на обновление запасов, минимизировать затраты на закупку, доставку и хранение. Важно также предупредить риски недостатка или избытка запасов, оптимизируя затраты на управление и создавая условия для стабильного развития бизнеса.

Список литературы

1. Особенности управленческого учета снабженческо-заготовительной деятельности предприятия / Б. А. Шогенов, А. Р. Мирзоева, Ф. М. Шакова, Ж. Х. Темукуева // Сибирская финансовая школа. 2019. № 5(136). С. 86–91. EDN: LGHFIL
2. Обзор концепций управления запасами от простейших технико-экономических моделей до методов интегрального управления запасами / Антипенко В. С., Бабич Н. С., Касименко Л. М., Николаева Н. С. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 7. С. 27–32. DOI: 10.37882/2223-2966.2022.07.02. EDN: XYQWKV
3. Harris F.W. How many parts to make at once factory // The Magazine of Management. 1913. Vol. 10. № 2. Pp. 135–136.
4. Harris F.W. Operations and Cost (Factory Management Series). Chicago: Shaw Comp., 1915. Chap. 4. Pp. 48–52.
5. Wilson R.H. A Scientific Routine for Stock Control // Harvard Business Review. 1934. Vol. 13. No. 1. Pp. 116–128.
6. Кремер Н. Ш., Путко Б. А. Эконометрика. Москва: Юнити-Дана, 2008. 311 с.
7. Кудрявцев Б. М. Модели управления запасами. Москва: Изд-во Ин-та управления им. С. Орджоникидзе, 1987. 52 с.
8. Проценко О. Д., Рексин В. Э. Управление материальными запасами. Москва: Изд-во ЦБТИ МС Госнаба СССР, 1968. 45 с.
9. Разиньков П. И., Разинькова О. П. Проблемы модели оптимизации запасов материальных ресурсов на предприятии // Программные продукты, системы и алгоритмы. 2016. № 4. С. 4. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27536883> (дата обращения: 23.10.2024).
10. Глазунова Е. З., Матвеев Д. И., Корнеева А. А. Управление рисками в цепях поставок при оптимизации запасов // Актуальные вопросы современной экономики. 2022. № 12. С. 195–199. EDN: LWJFMJ

References

1. Shogenov B.A., Mirzoeva A.R., Shakova F.M., Temukueva Zh.Kh. Peculiarities of management accounting preparatory activities. *Siberian financial school*. 2019;5(136):86–91. (In Russ.). EDN: LGHFIL
2. Antipenko V.S., Babich N.S., Kasimenko L.M., Nikolaeva N.S. Overview of inventory management concepts from the simplest feasibility models to integrated inventory management methods. // *Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences*. 2022;(7):27–32. (In Russ.). DOI: 10.37882/2223-2966.2022.07.02. EDN: XYQWKV
3. Harris F.W. How many parts to make at once factory. *The Magazine of Management*. 1913;10(2):135–136.
4. Harris F.W. Operations and Cost (Factory Management Series). Chicago: Shaw Comp., 1915. Chap. 4. Pp. 48–52.
5. Wilson R.H. A Scientific Routine for Stock Control // *Harvard Business Review*. 1934;13(1):116–128.
6. Kremer N.Sh., Putko B.A. *Ekonometrika*. [Econometrics]. Moscow: Yuniti-Dana, 2008. 311 p. (In Russ.)
7. Kudryavtsev B.M. *Modeli upravleniya zapasami* [Inventory Management Models]. Moscow: Izd-vo In-ta upravleniya im. S. Ordzhonikidze, 1987. 52 p.
8. Protsenko O.D., Reksin V.E. *Upravleniye material'nymi zapasami* [Inventory Management]. Moscow: Izd-vo TSBTI MS Gosnaba SSSR, 1968. 45 p. (In Russ.)
9. Razinkov P.I., Razinkova O.P. Problems of the model for optimizing inventories of material resources at an enterprise. *Softwar & Systems* [Programmnye produkty i sistemy]. 2016;(4):4. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27536883> (date of access: 10/23/2024). (In Russ.)
10. Glazunova E.Z., Matveev D.I., Korneeva A.A. Supply chain risk management in stock optimization. *Aktual'nyye voprosy sovremennoy ekonomiki*. 2022;(12):195–199. (In Russ.). EDN: LWJFMJ

Сведения об авторе

Мирзоева Анжелика Ринатовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4155-8682

Information about the author

Anzhelika R. Mirzoeva – Candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the Department of Economics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2111-4506

*Статья поступила в редакцию 28.10.2024;
одобрена после рецензирования 15.11.2024;
принята к публикации 14.01.2025.*

*The article was submitted 28.10.2024;
approved after reviewing 15.11.2024;
accepted for publication 14.01.2025.*

Научная статья

УДК 338.436.33:004.9

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-135-141

Современное состояние технологической и цифровой обеспеченности предприятия агропромышленного комплекса

Фатима Исмаиловна Пилова

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

faty116.fp@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0518-9468>

Аннотация. Статья посвящена проблемам цифровизации предприятий АПК России. Доказана необходимость и описаны основные направления использования цифровых технологий в функционировании предприятий агропромышленного комплекса. Это позволит сельскому хозяйству стать развитой отраслью экономики, характеризующейся высокой производительностью труда и снижением непроизводительных затрат. В последние годы использование цифровых технологий на сельскохозяйственных предприятиях стало неременным условием выживания и динамичного развития в условиях конкуренции. Подобные технологии все чаще используются для анализа внешней среды, оптимизации бизнес-процессов и проведения стратегического и оперативного планирования. Цифровизация дает бизнесу возможность укрепить свои ключевые компетенции, повысить эффективность управления всеми функциональными направлениями, а также создать эффективные механизмы управления рисками. В статье анализируется технологическое и цифровое развитие предприятий, которое необходимо осуществлять в сочетании с современными тенденциями промышленного развития на макро- и микроуровне, а также производится оценка потенциала производственных мощностей для принятия объективного управленческого решения по направлению дальнейшего стимулирования роста уровня технологического развития агропромышленного комплекса. Отмечается, что использование несовершенных технологий может привести к увеличению финансовых и трудовых ресурсов для обеспечения производственного процесса и обслуживания оборудования.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, предприятие, цифровизация, цифровые технологии, цифровая трансформация

Для цитирования. Пилова Ф. И. Современное состояние технологической и цифровой обеспеченности предприятия агропромышленного комплекса // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 135–141.

doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-135-141

Original article

Current state of technological and digital support of the enterprise of the agro-industrial complex

Fatima I. Pilova

Kabardino-Balkarian State Agrarian 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 is devoted to the problems of digitalization of enterprises of the agro-industrial complex of Russia. The necessity is proved and the main directions of using digital technologies in the functioning of enterprises of the agro-industrial complex are described. This will allow agriculture to become a developed sector of the economy, characterized by high labor productivity and reduced unproductive costs. In recent years, the use of digital technologies in agricultural enterprises has become an indispensable condition for survival and dynamic development in a competitive environment. Such technologies are increasingly used to analyze the external environment, optimize business processes and conduct strategic and operational planning. Digitalization gives businesses the opportunity to strengthen their key competencies, improve the efficiency of management of all functional areas, and create effective risk management mechanisms. The article analyzes the technological and digital development of enterprises, which must be carried out in combination with modern trends in industrial development at the macro and micro levels, and also assesses the potential of production capacities for making an objective management decision in the direction of further stimulating the growth of the level of technological development of the agro-industrial complex. It is noted that the use of imperfect technologies can lead to an increase in financial and labor resources to ensure the production process and equipment maintenance.

Keywords: agro-industrial complex, enterprise, digitalization, digital technologies, digital transformation

For citation. Pilova F.I. Current state of technological and digital support of the enterprise of the agro-industrial complex. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):135–141. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-135-141

Введение. Агропромышленный комплекс традиционно во многом зависит от уровня развития материально-технической, научно-технологической баз и технической доступности производства. Поэтому одним из основных аспектов инвестиционной и инновационной политики сельскохозяйственных предприятий является накопление и развитие капитала в целях повышения продуктивности сельского хозяйства и производства качественной продукции. Можно констатировать, что в основном капитал сельскохозяйственных организаций формируется за счет производственного оборудования, зданий, сооружений и основного стада крупного рогатого скота.

Цель исследования – провести анализ современного технологического состояния и оснащенности цифровыми технологиями на примере конкретного предприятия агропромышленного комплекса.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве объекта исследования выступает один из крупных сельскохозяйственных товаропроизводителей агропромышленного комплекса Кабардино-Балкарской республики – ООО «Агро-Союз». Для достижения поставленной цели были использованы общенаучные методы системного анализа и синтеза. Полученные данные обработаны ме-

тодом вариационной статистики с использованием «Microsoft Office».

Результаты исследования. ООО «Агро-Союз» является одним из крупных производителей молока-сырья в Кабардино-Балкарской Республике. В рамках ведомственной программы «Развитие молочного животноводства в Кабардино-Балкарской Республике» предприятие реализует инвестиционный проект по строительству современного животноводческого комплекса на две тысячи голов голштинской породы с производственной линией на девять тысяч килограммов молока в год. Сегодня комплекс состоит из двух коровников, прогулочной площадки, доильного блока с доильным комплексом карусельного типа, телятника, а также специального коровника с родильным отделением и сухими дровами. На ООО «Агро-Союз» имеется собственное кормопроизводство и кормохранилище, оборудованное самой современной техникой.

Президентом нашей страны перед сельским хозяйством, в частности перед агропромышленным комплексом, поставлены четкие задачи, которые должны быть реализованы в жизнь к 2030 году, а именно касательно увеличения производства продовольствия и объемов поставок в зарубежные страны. В планах развития агропромышлен-

ного комплекса также присутствуют такие важные направления, как ускорение развития селекции и генетики, биотехнологий, производства собственной техники и оборудования, а также ветеринарных препаратов. Такие направления в развитии агропромышленного комплекса приобретают особую актуальность в связи с введением санкций против нашего государства.

В связи с вышеизложенными положениями в данном исследовании анализируется деятельность предприятия агропромышленного комплекса, которое является крупнейшим в регионе и которое производит и реализует продукцию сельскохозяйственного производства.

Внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве включает в себя не только пилотные технологии модернизации промышленности, но и формы интеграции и многоструктурного сотрудничества. Переход АПК к активному использованию цифровых технологий обусловлен необходимостью реагирования на глобальные вызовы [1, 2].

ООО «Агро-Союз» – животноводческий комплекс Чегемского муниципального района, который динамично развивается и расширяет поголовье своего племенного молочного хозяйства. В 2022 году оно увеличилось на 200 нетелей высокопродуктивной голштинской породы.

ООО «Агро-Союз» является одним из крупных производителей молока-сырья в регионе. На сегодняшний день объем производства доходит до 7 тыс. тонн молока в год.

В данном животноводческом комплексе созданы самые высокотехнологичные зооветеринарные условия для разведения племенного молочного хозяйства. Голштинская порода, которую здесь выращивают, является высокопродуктивной молочной породой, однако и очень прихотливой, требующей особых условий содержания. В животноводческом комплексе установлено передовое европейское оборудование, на всех этапах процесса используются современные технологии, с помощью современных компьютерных программ ведется племенной и зоотехнический учет, контролируется масса животных и надой молока, на предприятии работает высококвалифицированный персонал, имеющий многолетний опыт [3, 4].

При кормлении коров зоотехники комплекса учитывают энергетическую сбалансированность рациона, содержание в нем белка – все, что влияет на высокую продуктивность. Средний удой по всему поголовью составляет 30 литров на одну фуражную корову, в целом же комплекс производит 18,5 тонн молока в сутки. Сейчас здесь на беспривязном содержании находится около 2 тысяч голов. Налажен замкнутый цикл производства.

В 2022 году животноводческий комплекс ООО «Агро-Союз» получил статус племенного репродуктора по разведению голштинской породы молочных коров. Подобный статус является подтверждением, что предприятие соответствует самым высоким стандартам по продуктивности животных, по выходу и сохранности молодняка, по качеству молока.

С 2019 года в нашей стране реализуется проект министерства «Цифровое сельское хозяйство» [5], однако пока статистических данных для проведения аналитических исследований процесса цифровой трансформации недостаточно.

ООО «Агро-Союз» обладает современными цифровыми технологиями, такими как немецкое доильное оборудование карусельного типа, два танка-охладителя молока (по 18 тонн), оборудование для транспортировки навоза, пять различных тракторов, силосуборочные комбайны, самоходный кормораздатчик и многое другое.

ООО «Агро-Союз» – первая организация в республике, начавшая применять полностью автоматизированную систему доения животных на доильном оборудовании типа «Карусель» (рис. 1). Доильное оборудование карусельного типа – прочная и надежная система, разработанная с учетом непрерывного круглосуточного доения, которая позволяет организации достигать максимальных надоев. Низкопрофильная удобная для коровы платформа и стойловые консоли нового образца – это только начало инновационных преобразований, воплощенных в конструкции доильного зала «Карусель». Система привода, центральное поворотное сцепное устройство, ходовые ролики из нейлона и массивная двойная двутавровая направляющая являются самым надежным оборудованием на рынке.

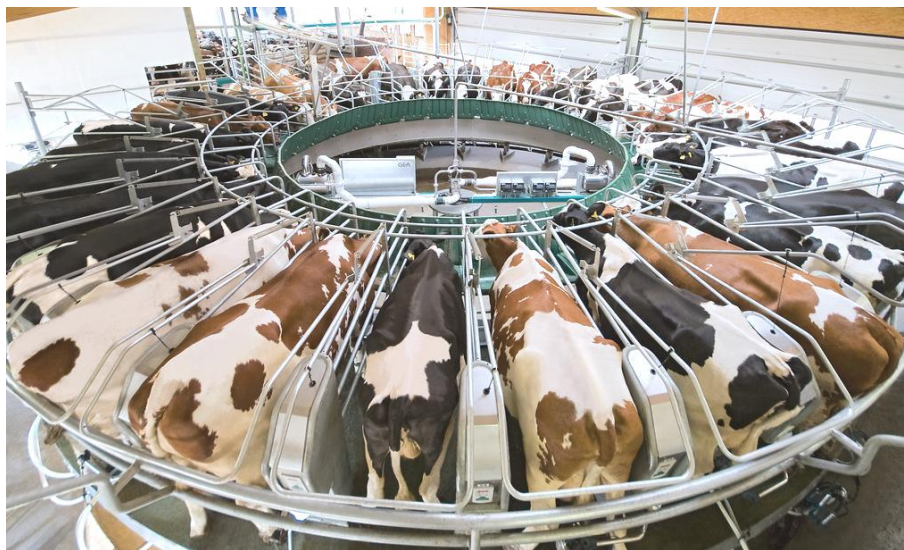


Рисунок 1. Доильное оборудование типа «Карусель»
Figure 1. Milking equipment of the "Carousel" type

Характеристики доильного оборудования, установленного на ООО «Агро-Союз».

➤ Система электропривода с регулируемой скоростью обеспечивает надежную и плавную работу.

➤ Низкопрофильная платформа, удобная для коровы, исключает сложное переплетение трубопровода.

➤ Бетонированная платформа доильной площадки обеспечивает максимальную долговечность и надежное основание.

➤ Трубопроводы молочной линии, промывочные, вакуумные, пневматические линии пульсации спрятаны под платформой.

➤ Платформа вращается на двойной массивной замкнутой двутавровой балке с нейлоновыми роликами для абсолютно плавного хода.

➤ В отсоединенном положении коллекторы помещаются ниже уровня платформы так, чтобы сами коллекторы и шланги не создавали препятствий на пути коров.

➤ Узлы автоматики аккуратно установлены в консоль на каждом стойле.

➤ Складные дверцы моечной установки удобно расположены для быстрого доступа и установки.

➤ Современная прочная и надежная конструкция является основой долговечности и ценности доильного оборудования карусельного типа.

Преимущества доильного оборудования по системе карусель.

➤ Изготовленная с учетом повышенного комфорта для животного система доения типа «Карусель» отличается плавной работой, чистотой современных линий и простым входом и выходом животных.

➤ Быстрота и простота монтажа, бетонные работы упрощаются за счет отсутствия выступающих опор системы, что уменьшает время на саму установку.

➤ Усовершенствованный порядок операций. После доения узлы отсоединяются от аппарата, а шланги и трубки пульсатора опускаются ниже уровня платформы так, чтобы они не препятствовали движению животных при входе и выходе.

➤ Роликовая платформа с двутавровой балкой. Платформа оборудования вращается на двутавровой направляющей, опираясь на нейлоновые ролики.

➤ Встроенная системная консоль. Каждое стойло оборудовано встроенной консолью, куда помещены узлы автоматики и пневматики, вследствие чего имеется простой доступ к промывочным стаканам.

➤ Прочность, надежность, безопасность. Платформа доильного оборудования, изготовленная с учетом максимальной прочности, исключительно удобна и безопасна для размещения животных. Радиально расположенные штанги повышенной прочности связывают платформу с центральным поворот-

ным устройством, а сама работа системы является безопасной и незаметной для коров. Платформа доильного оборудования разработана с учетом непрерывного круглосуточного доения.

➤ Окупаемость. Благодаря созданию условий повышенного комфорта для коровы, эффективной работы персонала и оборудования, а также надежности конструкции доильные залы Карусель обеспечивают организации высокие показатели и быструю окупаемость.



Рисунок 2. Самоходный смеситель-кормораздатчик
Figure 2. Self-propelled mixer-feeder

Работа автоматизированного кормораздатчика состоит в индивидуальном кормлении животных концентрированными кормами, в приготовлении и раздаче кормовых смесей с различным составом с помощью мобильных смесителей-дозаторов, которые имеют специальное устройство распределения компонентов, что обеспечивает полноценное кормление животных. Контроль за работой кормораздатчика обеспечивается с помощью специальных систем телеметрии и программного обеспечения [6, 7].

Применение автоматизированного кормораздатчика в кормлении животных позволяет уменьшить затраты на дорогих кормах, повышает эффективность этих кормов и помогает снизить заболеваемость, вызванную нарушением обмена веществ. За счет всех этих мероприятий, естественно, повышается удой молока как минимум на 10 %, а также автоматизация процесса кормления высвобождает трудовые ресурсы в организации, что тоже приводит к экономии средств.

Также одними из применяемых на ООО «Агро-Союз» цифровых технологий являются мобильные кормораздатчики, которые оснащены весовыми контроллерами (рис. 2). В этом случае зоотехник организации тесно сотрудничает с программным обеспечением дистрибьютора, чтобы внести коррективы в рацион. Программа-распределитель кормов анализирует качество подаваемого корма и выдает результаты в течение минуты. Кормление минеральными добавками и премиксами играет важную роль в питании высокопродуктивных коров.

Внедрение цифровых технологий в процесс работы предприятий агропромышленного комплекса, несомненно, связано с использованием сети Интернет, в связи с чем необходимо бесперебойное обеспечение доступа к Интернет на всех предприятиях сельского хозяйства. В настоящее время существуют проблемы, связанные с неполным покрытием и низким качеством сети на сельских территориях, однако решение данной проблемы является одним из приоритетных [8–10].

Выводы. Сегодня можно наблюдать, что агропромышленный комплекс России, и в частности, Кабардино-Балкарской Республики, характеризуется замедленным процессом внедрения цифровых технологий и недостаточным материально-техническим обеспечением. Все мы понимаем, что процесс цифровизации агропромышленного комплекса находится лишь на начальной стадии, и данный сектор экономики имеет тенденцию к росту и перспективен в развитии. Следующим этапом разработки технологических решений для агропромышленных предприятий нового по-

коления с полной автоматизацией производственных процессов станет разработкой биотехнического комплекса с гибкой самона-

страиваемой системой машин, параметры и режимы работы которого будут зависеть от продуктивности животных.

Список литературы

1. 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
2. Дорогов И. Ф., Пилова Ф. И. Цифровизация сельского хозяйства и внедрение цифровых технологий в АПК // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 1(31). С. 118–122. EDN: GPGGYJ
3. 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
4. Оборин М. С. Цифровые технологии как фактор обеспечения конкурентоспособности предприятий агропромышленного комплекса // Вестник НГИЭИ. 2023. № 9(148). С. 73–83. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-9-73-83. EDN: YDLMMZ
5. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: офиц. изд. / А. В. Гордеев, Д. Н. Патрушев, И. В. Лебедев [и др.]; под ред. С. Н. Косогора. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.
6. Мулярец С. А. Специфика и проблемы цифровой трансформации предприятий российского агропромышленного комплекса // Инновации и инвестиции. 2021. № 4. С. 315–320. EDN: HXUDRI
7. Шокумова Р. Е., Хромова А. К. Некоторые аспекты развития агропромышленного комплекса региона // Реализация приоритетных программ развития АПК: сб. науч. тр. по итогам X Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного деятеля науки РФ и КБР, профессора Б. Х. Жерукова. Нальчик, 2022. С. 378–382. EDN: RWGFXH
8. Чирухин А. В. Совершенствование механизма воспроизводства земельных ресурсов в условиях цифровой экономики // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2022. Т. 2. Вып. 3. С. 316–327. DOI: 10.34130/2070-4992-2022-2-3-316. EDN: ALSKLG
9. Особенности развития цифровизации экономики сельского хозяйства в АПК / А. С. Батова, М. М. Малухова, К. Т. Тлупова, З. М. Хочуева // Актуальные проблемы АПК и рациональное природопользование: наука молодых: материалы Всероссийской студенческой научно-практической интернет конференции. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет». Майкоп: Изд-во «Магарин Олег Григорьевич», 2022. С. 25–31. EDN: WPLYBT
10. Бакаева З. Р. Особенности развития аграрного сектора в условиях формирования цифровой экономики // Экономические, био-техничко-технологические аспекты устойчивого сельского развития в условиях цифровой трансформации: сб. науч. тр. по итогам VII Международной научно-практической конференции памяти Б. Х. Жерукова. Нальчик, 2019. С. 50–52. EDN: GQTHJR

References

1. Karaeva F.E. Problems of sustainable development of aic enterprises duing cris. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;1(31):135–138. (In Russ.). EDN: WFUVZP
2. Dorogov I.F., Pilova F.I. Dgitalization of agriculture and implementation of digital technologies in the AIC. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;1(31):118–122. (In Russ.). EDN: GPGGYJ
3. Sozaeva T.Kh., Gurfova S.A. Digitalization of agricultural formations of the region: 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. EDN: DKWZGW

4. Oborin M.S. Digital technologies as a factor of ensuring the competitiveness of agro-industrial enterprises. *Bulletin NGIEI*. 2023;9(148):73–83. (In Russ.). DOI: 10.24412/2227-9407-2023-9-73-83. YDLMMZ

5. Gordeev A.V., Patrushev D.N., Lebedev I.V. [et al.]. *Vedomstvennyj projekt «Cifrovoe sel'skoe hozâjstvo»: ofic. izd.; pod red. S.N. Kosogora* [Departmental project "Digital Agriculture": official. ed.; edited by S.N. Kosogor]. Moscow: FGBNU «Rosinformagroteh», 2019. 48 p. (In Russ.)

6. Mulyarec S.A. Specifics and problems of digital transformation of Russian agro-industrial complex. *Innovatsii i investitsii*. 2021. № 4. С. 315–320. (In Russ.). EDN: HXUDRI

7. Shokumova R.E., Khromova A.K. Some aspects of the development of agro-industrial the complex of the region. *Realizatsiya prioritetnykh programm razvitiya APK: sb. nauch. tr. po itogam X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati zaslužhennogo deyatelya nauki RF i KBR, professora B.Kh. Zherukova* [Implementation of priority programs for the development of the agro-industrial complex: collection of scientific papers on the results of the X International scientific and practical conference dedicated to the memory of the honored scientist of the RF and the KBR, professor B.Kh. Zherukov]. Nalchik, 2022. Pp. 378–382. (In Russ.). EDN: RWGFXH

8. Chiruhin A.V. Improving the mechanism of reproduction of land resources in the conditions of the digital economy. *Corporate governance and innovative economic development of the North*. 2022;2(3):316–327. (In Russ.). DOI: 10.34130/2070-4992-2022-2-3-316. EDN: ALSKLG

9. Batova A.S., Maluhova M.M., Tlupova K.T., Khochueva Z.M. Features of the development of digitalization of the agricultural economy in the agro-industrial complex. *Aktual'nyye problemy APK i ratsional'noye prirodopol'zovaniye: nauka molodykh: materialy Vserossiyskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy internet konferentsii. FGBOU BO «Maykopskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskii universitet»* [Actual problems of the agro-industrial complex and rational nature management: the science of the young. Proceedings of the All-Russian student scientific and practical Internet conference. Maikop State Technological University]. Maikop: Izd-vo «Magarin Oleg Grigor'yevich», 2022. Pp. 25-31. (In Russ.). EDN: WPLYBT

10. Bakaeva Z.R. Features of the development of the agricultural sector in the context of the formation of a digital economy. *Ekonomicheskiye, bio-tekhniko-tekhnologicheskiye aspekty ustoychivogo sel'skogo razvitiya v usloviyakh tsifrovoy transformatsii: sb. nauch. tr. po itogam VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii pamyati B. KH. Zherukova* [Economic, bio-technical and technological aspects of sustainable rural development in the context of digital transformation: collection of scientific papers following the results of the VII International Scientific and Practical Conference in memory of B.Kh. Zherukov]. Nalchik, 2019. Pp. 50–52. (In Russ.). EDN: GQTHJR

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 Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2549-2734

*Статья поступила в редакцию 21.10.2024;
одобрена после рецензирования 11.11.2024;
принята к публикации 14.01.2025.*

*The article was submitted 21.10.2024;
approved after reviewing 11.11.2024;
accepted for publication 14.01.2025.*

Научная статья
УДК 338.436.33:004.9(470+571)
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-142-150

Современные тенденции цифровизации агропромышленного комплекса России

Рамета Езидовна Шокумова

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030
rameta7777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6452-4968>

Аннотация. В современных условиях активно развиваются процессы цифровизации экономики, которые, в конечном счете, привели к цифровой трансформации секторов экономики. Этим изменениям способствовало создание государственных цифровых систем, запуск ведомственных проектов, рост запроса на импортозамещение, внедрение технологий с использованием искусственного интеллекта, применение беспилотных летательных аппаратов на территории хозяйств. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса предполагает интеграцию цифровых технологий во все сферы сельского хозяйства и переход от механических операций к цифровым процессам. В статье рассматриваются основные направления развития проекта «Цифровое сельское хозяйство», реализация которого рассчитана до 2024 года и приводятся цифровые технологии, которые будут масштабироваться в аграрном секторе. В связи с этим нами в динамике был проведен анализ использования ИКТ в сельском хозяйстве, рассмотрены каналы электронных продаж и выявлена тенденция их использования. Цифровизацию агроотрасли сдерживают недостаточные технологические компетенции и дефицит IT-кадров. Исходя из этого было проанализировано количество замещенных рабочих мест робототехникой в организациях РФ и по федеральным округам. Применение робототехники позволит в дальнейшем оптимизировать затраты и повысить качество производимой продукции за счет снижения влияния человеческого фактора. Одним из важных направлений реформирования экономической системы в части цифровизации российской экономики являются инновации. В этом аспекте был рассмотрен уровень инновационной активности по видам экономической деятельности сельского хозяйства и была выявлена необходимость в активизации инноваций как параметра конкурентоспособности страны. Также анализируется фокус внимания Российских IT-компаний на аграрный сектор с предложениями автоматизации бизнес-процессов, учитывая особенности сельского хозяйства и детерминанты, замедляющие процесс осуществления цифровизации на всех этапах экономической цепочки, так как хозяйствующие субъекты аграрного сектора видят цель цифровизации в оптимизации затрат на энерго- и трудовые ресурсы, снижение риска непредвиденных поломок и оптимизация процессов в производстве и логистике.

Ключевые слова: цифровизация, трансформация, агропромышленный комплекс, тенденция, сельское хозяйство, инновация, цифровые инструменты

Для цитирования. 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

Original article

Modern trends in digitalization of the Russian agro-industrial complex

Rameta E. Shokumova

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030
rameta7777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6452-4968>

Abstract. In modern conditions, the processes of digitalization of the economy are actively developing, which, ultimately, led to the digital transformation of economic sectors. These changes were facilitated by the creation of state digital systems, the launch of departmental projects, the growth of demand for import substitution, the introduction of technologies using artificial intelligence, the use of unmanned aerial vehicles on the territory of farms. Digital transformation of the agro-industrial complex involves the integration of digital technologies into all areas of agriculture and the transition from mechanical operations to digital processes. The article discusses the main areas of development of the Digital Agriculture project, the implementation of which is designed until 2024 and provides digital technologies that will be scaled in the agricultural sector. In this regard, we conducted a dynamic analysis of the use of ICT in agriculture, considered electronic sales channels and identified a trend in their use. Digitalization of the agricultural sector is held back by insufficient technological competencies and a shortage of IT personnel, based on this, the number of jobs replaced by robotics in organizations of the Russian Federation and by federal districts was analyzed. The use of robotics will further optimize costs and improve the quality of manufactured products by reducing the influence of the human factor. One of the important areas of reforming the economic system in terms of digitalization of the Russian economy is innovation. In this aspect, we examined the level of innovation activity by types of economic activity in agriculture and identified the need to intensify innovation as a parameter of the country's competitiveness. We also analyze the focus of Russian IT companies on the agricultural sector with proposals to automate business processes, taking into account the specifics of agriculture and the determinants that slow down the process of digitalization at all stages of the economic chain. Since business entities in the agricultural sector see the goal of digitalization in optimizing energy and labor costs, reducing the risk of unforeseen breakdowns and optimizing processes in production and logistics.

Keywords: digitalization, transformation, agro-industrial complex, trend, agriculture, innovation, digital tools

For citation. 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):142–150. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-142-150

Введение. В последние годы агропромышленный комплекс России развивается и демонстрирует высокие показатели несмотря на санкции и политическую обстановку в мире. Применение современных технологий в данной сфере обусловлено ролью АПК в обеспечении продовольственной и экономической безопасности. В условиях санкций роль АПК можно назвать стратегической, оказывающей непосредственное влияние на обеспечение национальной безопасности.

В период глобальных изменений, цифровизации экономики многие предприятия агропромышленного комплекса осознают необходимость интеграции цифровых решений, направленных в первую очередь на оптимизацию производственных процессов. В частности, применение искусственного интеллекта и машинного обучения предприятиям аграрного сектора позволят не только минимизировать затраты, но и повысить эффективность управления ресурсами и улучшить качество продукции. Анализ данных в реальном времени открывает новые горизонты для прогноза урожайности, управления

рисками и повышения устойчивости к изменению климата.

Принимая во внимание эти тренды, российский агробизнес имеет все шансы закрепить свои позиции на международной арене, становясь одним из ключевых игроков в глобальной цепочке поставок продуктов питания.

Цель исследования – изучение состояния цифровизации агропромышленного комплекса и выявление современных трендов его развития во всех сегментах агропромышленного комплекса.

Материалы, методы и объекты исследования. В качестве информационной базы исследования послужили официальные данные Министерства сельского хозяйства РФ, Федеральной службы государственной статистики, публикации ученых в периодических изданиях, открытые источники сети интернет.

В статье использованы абстрактно-логический, монографический, графический методы анализа.

Объектом исследования выступает агропромышленный комплекс Российской Феде-

рации, предметом исследования – цифровизация агропромышленного комплекса.

Результаты исследования. В настоящее время цифровые технологии трансформируют способы взаимодействия бизнес-процессов, затрагивая всех участников агропромышленного комплекса, сглаживая факторы, риски, которые сдерживают эффективность производственного процесса.

Системное развитие аграрного сектора в России поддерживается государственными инициативами, такими как Указы Президента Российской Федерации¹, Распоряжение Правительства Российской Федерации², которые стали основой для реализации Министерством сельского хозяйства проекта «Цифровое сельское хозяйство», рассчитанного до 2024 года³.

В 2019 году Министерством сельского хозяйства был дан старт проекту «Цифровое сельское хозяйство». Целью проекта является цифровая трансформация отрасли «посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях».

Министерство сельского хозяйства определило семь основных направлений для цифровой трансформации: «Цифровые технологии в управлении АПК», «Цифровое землепользование», «Умное поле», «Умный сад», «Умная теплица», «Умная ферма», которые направлены на повышение конкурентоспособности создаваемого продукта.

¹Указ Президента РФ № 204 от 7 мая 2018 года «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 15.10.2024).

²Указ Президента РФ от 30.01.2010 N 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LA_W_96953/ (дата обращения: 15.10.2024).

³Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 N 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LA_W_221756/ (дата обращения: 15.10.2024)

Трансформационные процессы произошли и в плане технологического переоснащения аграрного сектора. Аграрный сектор начал более активно внедрять цифровые инструменты и проводить мониторинг на всех этапах производства растениеводческой и животноводческой продукции, то есть охватывает весь цикл.

В 2022 году в организациях сельского хозяйства были использованы цифровые технологии, которые отражены на рисунке 1.

На рисунке видно, что в организациях наиболее активно используются облачные серверы, параметры которого составили 25,5%. Применение организациями таких цифровых технологий, как технология сбора, обработки и анализа больших данных занимает 23,7%, геоинформационные системы 15,6%, центры обработки данных составили 12,8%. А использование такой цифровой технологии, как «Интернет вещей», составило всего лишь 11,9%.

Применение современных цифровых технологий, таких как платформа RFID, промышленные роботы, искусственный интеллект и цифровой двойник остается пока еще низкой.

Цифровая трансформация в субъектах аграрных образований достигается за счет интеграции IT-систем, которые ориентированы на переход от описательной аналитики к прогнозам. В будущем предлагаемые технологические решения зададут высокую планку для цифровой трансформации аграрного сектора [1].

В 2023 году по данным индийского исследовательского агентства глобальный рынок цифрового сельского хозяйства составил \$18,11 млрд. В перспективе по прогнозам аналитического агентства MarketsandMarkets рынок цифровых технологий в 2028 году достигнет \$25,4 млрд.

В России не так много экспертов, занимающихся цифровыми технологиями в аграрном секторе. Многие эксперты основной акцент делают на производство и внедрение готовых решений точно, и это не затрагивает процессы переработки и реализации продукции [2].



Рисунок 1. Использование цифровых технологий в организациях сельского хозяйства, % (от общего числа обследованных организаций)

Figure 1. Use of digital technologies in agricultural organizations, % (of the total number of surveyed organizations)

Сегодня фокус внимания российских IT-компаний переключен на аграрный сектор с предложениями автоматизации бизнеса. В то же время при разработке цифровых платформ и других инструментов надо учитывать специфику сельского хозяйства в отличие от других отраслей.

Цифровые трансформационные процессы в агропромышленном комплексе должны быть

задействованы на всех этапах экономической цепочки. Но этот процесс замедляется нехваткой IT-специалистов в отрасли; отсутствием широкополосного доступа в интернет, невысоким уровнем доверия к новым цифровым инструментам и недостатком финансовых ресурсов.

Рассмотрим использование ИКТ в организациях аграрного сектора в таблице 1.

Таблица 1. Использование информационных и коммуникационных технологий в организациях сельского хозяйства*

Table 1. Use of information and communication technologies in agricultural organizations*

Показатели	2021	2022	2023	2023 г. в % к 2021 г.
Персональные компьютеры	76,0	73,3	73,0	96,1
Серверы	41,8	41,7	40,7	97,4
Организации использовавшие:				
Локальные вычислительные сети	39,9	46,3	44,9	112,5
Сеть Интернет	74,8	72,8	73,0	97,6
Фиксированный (проводной и беспроводной Интернет)	72,1	70,2	70,6	97,9
Мобильный Интернет	41,4	41,6	40,8	98,6
Организации, имевшие веб-сайт	25,3	25,5	26,6	105,1

*В процентах от общего числа обследованных организаций соответствующего вида деятельности¹

¹Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>. (дата обращения: 20.10.2024)

Исходя из таблицы 1, мы видим, что в 2023 году по сравнению с 2021 годом, в части ИКТ использование персональных компьютеров в организациях снизилось на 3,9%, серверов на 2,6%, сети интернет на 2,4%, фиксированного Интернета (проводной и беспроводной Интернет) на 2,1%, мобильного Интернета на 1,4%. Рост использования наблюдался только по одному параметру «Локальные вычислительные сети» на 12,5%.

Применение цифровых технологий в логистике и реализации продукции сокращает затраты на 8-12 процентов.

В последнее время организации сельского хозяйства для реализации конечной продукции начали применять различные каналы, такие как веб-сайты – 14,8%, автоматизированный обмен сообщениями между организациями – 12,7%, маркетплейсы – 7,8%, аккаунт в социальной сети – 7,7%, специализированное мобильное приложение – 5,7%, экстранет – 5, 3%. В основном наибольший процент использования электронных продаж в организациях приходится на веб-сайты.

Выгодность применения цифровых технологий в агропромышленном комплексе весьма очевидна и дает уже свои результаты. В частности, в растениеводстве использование точного земледелия с применением спутниковых технологий, компьютерных систем, позволило многим сельхозпроизводителям повысить урожайность с одного гектара на 15-20%.

Так же технология точного земледелия доказала свою эффективность в части экономии затрат для сельхозпредприятий, так как они позволяют точно производить зональное внесение удобрений, средств защиты растений и другого материала.

Цифровизация аграрного сектора во всех субъектах страны проявляется по-разному и неравномерна. В агрохолдингах применение цифровых технологий достигает порядка 90-100%, тогда как в других субъектах хозяйствования не хватает финансовых ресурсов для внедрения в процесс производства.

Применение нейросетей в российском AgroTech повышается на фоне увеличения объемов информационного массива, а также улучшения их качественных характеристик, т. е. хранения и обработки. В 2023 году отдельные регионы страны уже применили роботизированные комбайны, которые смогли убрать до 1/3 собранного хлеба. На данный момент в России функционируют более 1500 «умных» тракторов и комбайнов. Данные агрегаты оснащены ИИ-системами по последней модификации автопилотирования Cognitive Agro Pilot. Следует отметить, что происходит серийное оснащение новыми модификациями тракторов «Кировец», комбайнов «Брянсксельмаш» и «Гомсельмаш».

Рассмотрим также использование робототехники по субъектам Российской Федерации в 2023 году в таблице 2.

Таблица 2. Данные об использовании робототехники в организациях РФ*
Table 2. Data on the use of robotics in Russian organizations*

Регион	Количество замещенных рабочих мест в организациях	Количество применяемых промышленных роботов в организациях, шт.	Количество применяемых складских и логистических роботов в организациях, шт.
<i>A</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Российская Федерация	2795231	12841	3009
Центральный федеральный округ	861213	4316	1177
Северо-Западный федеральный округ	200489	2334	241
Южный федеральный округ	144999	476	421
Северо-Кавказский федеральный округ	32613	82	22
Приволжский федеральный округ	809349	4076	740
Уральский федеральный округ	335288	966	191
Сибирский федеральный округ	322999	546	169
Дальневосточный федеральный округ	88281	45	48

*По данным формы федерального статистического наблюдения № 1-робототехника «Сведения о применении промышленной робототехники на обрабатывающем производстве»¹.

¹Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>. (дата обращения: 20.10.2024)

Исходя из таблицы 2, в 2023 году всего было использовано 12841 шт. промышленных роботов по кругу обследованных организаций Российской Федерации. В 2023 году количество складских и логистических роботов в организациях составило 3009 шт. В конечном итоге это способствовало замещению рабочих мест в организациях в количестве 279523 ед.

Высокий рост замещения рабочих мест с использованием промышленных роботов наблюдается по Центральному федеральному округу – 861213 ед., Приволжскому федеральному округу – 809349 ед., Уральскому федеральному округу – 335288 ед., Сибирскому федеральному округу – 322999 ед.

Наименьшее замещение наблюдается по СКФО – 32613 ед., где использование промышленных роботов составило 82 шт., складских и логистических роботов лишь 22 штуки, что составляет 0,7% от итога обследованных организаций.

Развитие аграрной отрасли в плане цифровизации сдерживают недостаточные технологические компетенции и дефицит IT-кадров. Внедрение роботизированных технологий в бизнес-процесс позволит решить проблему нехватки кадров на рынке труда, что, в свою очередь, позволит оптимизировать некоторые статьи затрат на производство продукции и повысить ее качество.

Сегодня развитие партнерства между образовательными учреждениями, государст-

венными органами и частным бизнесом будет способствовать интеграции знаний и технологий [3].

Цифровизация влияет на все сегменты агропродовольственного сектора, меняя их внутреннюю структуру, рынок труда. Всё это заставляет изменить требования к навыкам и переосмыслить роль субъектов хозяйствования в предпринимательской среде, а также в агропродовольственном секторе [4].

В начале августа 2024 года президент России Владимир Путин подписал закон об ускорении предоставления цифровых услуг при оказании государственной поддержки фермерам, направленный на внедрение цифровых технологий в сфере сельского хозяйства, что, в свою очередь, повысит эффективность и прозрачность распределения субсидий [5].

Одним из наиболее главных составляющих изменений экономической среды в плане цифровизации следует обозначить внедрение инновационных инструментов. Активизация внедрения инновационных технологий определяется условиями рыночной конкурентоспособности. С этой целью следует рассмотреть состояние инновационной активности субъектов хозяйствования Российской Федерации в рамках сельскохозяйственного производства. Перечень данных по различным уровням экономической деятельности представлен в таблице 3.

Таблица 3. Уровень инновационной активности организаций*, %
Table 3. Level of innovative activity of organizations*, %

Показатели	2021	2022	2023	2023 г. в % к 2021 г.
Всего по экономике	10,8	11,9	11,0	101,9
в том числе сельское хозяйство:				
выращивание однолетних культур	7,1	8,8	8,6	121,1
выращивание многолетних культур	4,8	5,7	3,6	75,0
выращивание рассады	8,7	13,3	7,7	88,5
животноводство	7,5	8,6	8,9	118,7
смешанное сельское хозяйство	2,5	6,8	9,0	в 3,6 р.
деятельность вспомогательная в области производства сельскохозяйственных культур и послеуборочной обработки сельхозпродукции	4,5	5,4	4,2	93,3

*По данным годовой формы федерального статистического наблюдения № 4-инновация «Сведения об инновационной деятельности организации»¹.

¹Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>. (дата обращения: 20.10.2024)

Как видно из таблицы 3, в 2023 году уровень инновационной активности сельскохозяйственных организаций возрос на 1,9% по сравнению с 2021 годом и составил 11,0%.

В 2023 году по сравнению с 2021 годом наибольшая инновационная активность наблюдается по таким видам экономической деятельности как выращивание однолетних культур 8,6% против 7,1% (рост на 8,6%), в животноводстве увеличение на 18,7%, в смешанном сельском хозяйстве рост в 3,6 раза. А выращивание многолетних культур, рассад имеет тенденцию к снижению соответственно на 25% и 11,5%.

Одной из тенденций, которая набирает популярность в аграрном секторе, особенно среди фермерских хозяйств, является использование больших данных и инструментов анализа [6].

Современные субъекты аграрного сектора должны активно использовать инструменты для анализа больших данных, чтобы принимать обоснованные решения и адаптироваться к рыночным реалиям. Такое синергетическое взаимодействие между аграрным сектором и цифровыми технологиями не только усилит конкурентоспособность, но и внесет существенный вклад в устойчивое развитие глобальной экономики [7].

Для дальнейшего укрепления позиций на международном рынке российским агропроизводителям необходимо сосредоточиться на внедрении инновационных практик и соблюдении международных стандартов качества. Это включает сертификацию продукции, улучшение логистики и увеличение прозрачности цепочек поставок. Благодаря интеграции сельхозпроизводители могут отслеживать качество продукции на всех этапах технологического процесса, что повысит доверие потребителей и оптимизирует процесс выхода на зарубежные рынки.

Кроме того, важным аспектом является развитие партнерств с технологическими компаниями и научными учреждениями. Коллаборации в сфере агрономии и данных могут привести к созданию новых, более эффективных решений для управления сельским хозяйством. Исследования в области устойчивого земледелия и агроэкологии также будут способствовать адаптации российских

производителей к изменяющимся условиям и требованиям рынков.

Развитию цифровых технологий в аграрном секторе будет способствовать принятый в 2024 году проект постановления правительства, который предполагает выделение субсидий организациям, внедряющим в производственную деятельность решения единого реестра российских программ для электронно-вычислительных систем и баз данных, а также применяющим искусственный интеллект.

В целом все эти принятые меры в дальнейшем могут способствовать увеличению темпов роста цифровизации агропромышленного комплекса в 2024 году до 40-50%.

Цифровизация экономического пространства определяется потребностью формирования оптимальных платформ для сотрудничества государства и отдельных субъектов с целью снижения административной нагрузки, увеличения эффективности государственного управления для более прозрачного отражения цифровой информации. Данный аспект является очень актуальным в современных реалиях [8].

Выводы. Главным вектором развития агропромышленного комплекса является применение широкого спектра цифровых бизнес-решений во всех сегментах производства. В этом аспекте ключевыми трендами цифровизации агропромышленного комплекса является:

- переход на программное обеспечение российского производства для обеспечения автономности и устойчивости технологических организаций в условиях санкций;
- оптимизация логистических цепочек для сокращения затрат в процессе «производство-распределение»;
- развитие отечественных облачных сервисов для сбора, хранения и анализа данных из разных источников;
- внедрение агроаналитических систем (FMS), которые позволяют автоматизировать наиболее важные производственные процессы, включая планирование посевов, мониторинг состояния полей и управление ресурсами организации;
- использование автоматических систем управления микроклиматом (СУМ) в теплич-

ных комплексах, на животноводческих фермах, элеваторах и т. д.;

- рост эффективности производственного механизма с помощью MES-системы, позволяющий оптимизировать весь процессный период;

- уменьшение рискованных ситуаций с учетом человеческого фактора.

Таким образом, российский агробизнес, объединив традиционные подходы с современными технологиями, не только сможет повысить свою конкурентоспособность, но и сыграет значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности как в стране, так и за ее пределами.

Список литературы

1. Этуева Э. З., Караева Ф. Е. Специфика и проблемы цифровизации АПК // Развитие современной аграрной науки: актуальные вопросы, достижения и инновации: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора П. Г. Лучкова. Часть II. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2024. С. 349–352.
2. Цифровизация сельского хозяйства Режим доступа: <https://agrosturman.ru/blog/tpost/zs3kbc9a51-tsifrovizatsiya-selskogo-hozyaistva>. (дата обращения: 19.10.2024)
3. Бакаева З. Р. Особенности развития аграрного сектора в условиях формирования цифровой экономики // Национальные экономические системы в контексте формирования цифровой экономики: материалы Международной научно-практической конференции. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019. С. 268–270. EDN: DXLKCH
4. Пилова Ф. И. Инновационное развитие агропромышленного комплекса на основе цифровизации и создания технологических платформ // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Майкоп, 2022. С. 52–55. EDN: KZJZVS
5. Цифровизация АПК демонстрирует умеренный, но стабильный рост. Режим доступа: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/230853/2023-12-21/2023-w51/1012/cifrovizaciya-apk-demonstriruet-umerennyu-no-stabilnyu-rost?ysclid=m2g8vgle6r162000166>. (дата обращения: 15.10.2024)
6. Каманина А. Н. Современные тренды цифровой трансформации экономической деятельности сельского хозяйства: анализ отечественной и мировой практики // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 3. URL: <https://esj.today/PDF/26FAVN323.pdf>. (дата обращения: 18.10.2024)
7. Пилова Ф. И. Этапы создания цифровой платформы агропромышленного комплекса страны // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Майкоп, 2022. С. 56–58. EDN: IBGIUT
8. Ташуева И. Р., Макоев К. А., Караева Ф. Е. Цифровизация как детерминант устойчивого развития // Развитие современной аграрной науки: актуальные вопросы, достижения и инновации: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора П. Г. Лучкова. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2024. С. 333–336.

References

1. Etueva E.Z., Karaeva F.E. Specifics and problems of digitalization of the agro-industrial complex: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya pamyati zaslužennogo deyatelya nauki RSFSR, doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora P.G. Luchkova. Chast' II*. [Development of modern agricultural science: current issues, achievements and innovations. International scientific and practical conference dedicated to the memory of the Honored Scientist of the RSFSR, Doctor of Agricultural Sciences, Professor P.G. Luchkov. Part II]. Nalchik: FGBOU VO Kabardino-Balkarskiy GAU, 2024. Pp. 349–352.
2. Digitalization of agriculture Access mode: <https://agrosturman.ru/blog/tpost/zs3kbc9a51-tsifrovizatsiya-selskogo-hozyaistva>. (date of access: 19.10.2024)
3. Bakaeva Z.R. Features of the development of the agricultural sector in the context of the formation of the digital economy. *Natsional'nyye ekonomicheskiye sistemy v kontekste formirovaniya tsifrovoy ekonomiki*:

materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [National economic systems in the context of the formation of the digital economy. Proceedings of the international scientific and practical conference]. Nalchik: FGBOU VO Kabardino-Balkarskiy GAU, 2019. Pp. 268–270. EDN: DXLKCH

4. Pilova F.I. Innovative development of the agro-industrial complex based on digitalization and creation of technological platforms. *Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sostoyaniye, problemy, perspektivy: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem)* [Agrarian science at the present stage: state, problems, prospects. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation)]. Maykop, 2022. Pp. 52–55. EDN: KZJZVS

5. Digitalization of the agro-industrial complex demonstrates moderate but stable growth. Access mode: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/230853/2023-12-21/2023-w51/1012/cifrovizaciya-apk-demonstriruet-umerenny-no-stabilnyy-rost?ysclid=m2g8vgle6r162000166>. (date of access: 15.10.2024)

6. Kamanina A.N. Modern trends in digital transformation of economic activity in agriculture: analysis of domestic and world practice. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023;15(s3). URL: <https://esj.today/PDF/26FAVN323.pdf>. (date accessed: 18.10.2024)

7. Pilova F.I. Stages of creating a digital platform for the country's agro-industrial complex. *Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sostoyaniye, problemy, perspektivy: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem)* [Agrarian science at the present stage: state, problems, prospects. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference (with international participation)]. Maykop, 2022. Pp. 56–58. EDN: IBGIUT

8. Tashueva I.R., Makoev K.A., Karaeva F.E. Digitalization as a determinant of sustainable development. *Razvitiye sovremennoy agrarnoy nauki: aktual'nyye voprosy, dostizheniya i innovatsii: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya pamyati zaslužennogo deyatelya nauki RSFSR, doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora P.G. Luchkova* [Development of modern agricultural science: current issues, achievements and innovations. International scientific and practical conference dedicated to the memory of the Honored Scientist of the RSFSR, Doctor of Agricultural Sciences, Professor P.G. Luchkov]. Nalchik: FGBOU VO Kabardino-Balkarskiy GAU, 2024. Pp. 333–336.

Сведения об авторе

Шокумова Рамета Езидовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4565-3081

Information about the author

Rameta E. Shokumova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4565-3081

*Статья поступила в редакцию 30.10.2024;
одобрена после рецензирования 19.11.2024;
принята к публикации 14.01.2025.*

*The article was submitted 30.10.2024;
approved after reviewing 19.11.2024;
accepted for publication 14.01.2025.*



Оставался верен выбранной профессии

Коллектив факультета «Ветеринарная медицина и биотехнология» в январе 2025 года отметил 95-летие со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного ветеринарного врача Кабардино-Балкарской Республики, Заслуженного работника сельского хозяйства Российской Федерации Середина Владимира Афанасьевича (1930-2010 гг.) – одного из создателей в республике школы ветеринарных специалистов.

В. А. Середин родился в крестьянской семье в Ростовской области. В 1948 году он поступил в Новочеркасский зооветеринарный институт имени Первой Конной Армии (ныне Донской государственный аграрный университет). После окончания института (1953 г.) он был направлен на работу в Кабардино-Балкарию, где начал трудовую деятельность главным ветеринарным врачом Чегемского района.

В 1959 году В. А. Середина перевели в Кабардино-Балкарскую республиканскую станцию племенного дела и искусственного осеменения животных на должность главного ветеринарного врача, где он одновременно заведовал лабораторией.

В. А. Середин являлся совместителем и вел курс «Ветеринарное акушерство, гинекология и искусственное осеменение сельскохозяйственных животных» на кафедре зоотехнии (1960 г.) и на кафедре ветеринарии Кабардино-Балкарского государственного университета (1967 г.)

В 1973 году В. А. Середин защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук на тему «Разработка синтетических сред для разбавления и хранения спермы быка при плюсовых температурах с учетом их влияния на обменные процессы в спермиях». В те годы он работал в КБГУ с известными учеными-педагогами, докторами ветеринарных наук, профессорами О. Е. Пахоменко, С. А. Предтеченским, В. А. Яблонским.

В марте 1982 года доцент В. А. Середин был избран на конкурсной основе на должность заведующего кафедрой «Ветеринария» Кабардино-Балкарского агромилиоративного института.

В 80-е годы В. А. Середин, будучи секретарем парткома, совместно с ректором Б. Х. Фиашевым проводил большую работу по созданию материально-технической базы Кабардино-Балкарского агромилиоративного института. Его заслугой является создание на территории Нальчикского мясокомбината учебно-клинического корпуса, оборудованного специальными фиксационными станками для животных.

Корпус, предназначенный для подготовки ветеринарных врачей, способствовал организации и проведению занятий со студентами на достаточно высоком учебно-методическом уровне, так как практически все виды сельскохозяйственных животных, используемых для занятий по клиническим дисциплинам, находились на накопительных базах мясокомбината.

В. А. Середин принимал активное участие в подготовке кадров высшей квалификации

в аспирантуре как представителей нашей страны, так и из зарубежных стран.

Под его научным руководством аспирант из Гвинеи Кейр Мохамед в 1989 году успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук.

В марте 1990 года, после создания в составе факультета ветеринарной медицины кафедры акушерства и внутренних незаразных болезней, заведующим вновь был избран Владимир Афанасьевич, который совместно с сотрудниками кафедры создал проблемную научную лабораторию под названием «Разработка методов интенсификации воспроизводства, направленных на повышение продуктивности и резистентности к заболеваниям животных с учетом влияния биогеоценоза в зонах КБР».

В 1994 году В. А. Середин защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему «Биотехнологическая система повышения эффективности осеменения в скотоводстве».

За время научно-практической деятельности В. А. Середин внес существенный вклад в разработку методов биотехнологического контроля и повышения эффективности осеменения в скотоводстве.

Владимир Афанасьевич – автор более 150 научных работ, среди которых три монографии, изданные в разные годы: Биотехнология воспроизводства в скотоводстве (2004 г.); Проблема интенсификации воспроизводства в животноводстве (2007 г.); Клиническая фармако-

логия для акушеров-гинекологов: регуляция половой функции и продуктивности (2009 г.).

Он имеет четыре авторских свидетельства на изобретения.

За заслуги в области сельского хозяйства и достигнутые успехи в науке В. А. Середин награжден юбилейной медалью «В ознаменование 100-летия со дня рождения И. И. Иванова» (1970 г.) и бронзовой медалью ВДНХ (1977 г.).

Владимир Афанасьевич прожил долгую и счастливую жизнь. Все эти годы были наполнены полезной творческой работой. Это был неутомимый труженик, до последнего дня живший заботами родного вуза. Таким он и остался в памяти коллег и товарищей.

Сотрудники факультета ветеринарной медицины и биотехнологии с благодарностью вспоминают имена тех исследователей и педагогов, которые стояли у истоков Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, одним из которых был В. А. Середин.

Сотрудники факультета ветеринарной медицины и биотехнологии с благодарностью вспоминают В. А. Середину как педагога, наставника, ученого.

Кадыков Р. Т.

кандидат биологических наук,
доцент кафедры «Ветеринарная медицина»
факультета «Ветеринарная медицина
и биотехнология»
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

**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.
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 (при наличии);
 - 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 8 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.
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.
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 (if available);
 - 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 8 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.
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 – *Ордокова Ф. М.*
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 21.03.2025 г. Дата выхода в свет 27.03.2025 г.
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Усл.п.л. 18,1. 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@gambler.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