

# 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:

Аллахвердиев С. Р. – д-р биол. наук, проф.,  
Барынский университет (Барын, Турция)  
Айсанов З. М. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)  
Бакуев Ж. Х. – д-р с.-х. наук, доц., Северо-Кавказский  
научно-исследовательский институт горного  
и предгорного садоводства (Нальчик, Россия)  
Батукаев А. А. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Чеченский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства (Грозный, Россия)  
Васюкова А. Т. – д-р техн. наук, проф.,  
Российский биотехнологический университет  
(РОСБИОТЕХ) (Москва, Россия)  
Власова О. И. – д-р с.-х. наук, доц.,  
Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Россия)  
Гварамия А. А. – д-р физ.-мат. наук, проф.,  
акад. АН Абхазии, Абхазский государственный  
университет (Сухум, Республика Абхазия)  
Гудковский В. А. – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН,  
Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина  
(Мичуринск, Россия)  
Гужежев В. М. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский научный центр РАН  
(Нальчик, Россия)  
Джабоева А. С. – д-р техн. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)  
Есаулко А. Н. – д-р с.-х. наук, проф., проф. РАН,  
Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Россия)  
Камбулов С. И. – д-р техн. наук, доц., Аграрный  
научный центр «Донской» (Зерноград, Россия)  
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)  
Тарчоков Т. Т. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)  
Темираев Р. Б. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Горский ГАУ (Владикавказ, Россия)  
Успенский А. В. – д-р ветеринар. наук, проф., чл.-кор.  
РАН, Федеральный научный центр – Всероссийский  
научно-исследовательский институт экспериментальной  
ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко  
Российской академии наук (Москва, Россия)  
Ханиева И. М. – д-р с.-х. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, Россия)  
Шахмурзов М. М. – д-р биол. наук, проф.,  
Кабардино-Балкарский ГАУ (Нальчик, 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)  
Abdulhalikov 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:

Allakhverdiev S.R. – Prof., Dr. Sci.,  
Bartynski University (Bartyn, Turkey)  
Aisanov Z.M. – Prof., Dr. Sci.,  
Kabardino-Balkarian SAU (Nalchik, Russia)  
Bakuev Zh.Kh. – Assoc. Prof., Dr. Sci.,  
North Caucasian Research Institute of Mountain  
and Premount 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  
(Suhum, 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)  
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, RSAU – MAA named after K.A. Timiryazev  
(Moscow, Russia)

**СОДЕРЖАНИЕ****БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

<b>Казанчева Л. А., Мирзоева А. А., Кумышева Ю. А.</b> Роль природных факторов в формировании состава поверхностных вод КБР.....	<b>7</b>
<b>Тамахина А. Я.</b> Первичная биологическая продукция и биоразнообразии пастбищных экосистем Кабардино-Балкарии.....	<b>15</b>

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

<b>Князева Д. А., Князев Б. М.</b> Сортовая специфичность сои при формировании элементов продуктивности и урожая в условиях степной зоны.....	<b>25</b>
<b>Шогенов Ю. М., Бозиев А. Л.</b> Формирование урожая семян подсолнечника в зависимости от условий выращивания в различных зонах Кабардино-Балкарской Республики.....	<b>31</b>
<b>Шогенов Ю. М., Кишев А. Ю.</b> Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы по зонам Кабардино-Балкарской Республики.....	<b>38</b>

**Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры**

<b>Назранов Х. М., Егорова Е. М., Степанян Е. И., Абрегов А. А., Назранов Б. Х.</b> Оценка применения регуляторов роста на развитие корневой системы рассады «Трау» земляники...	<b>45</b>
<b>Расулов А. Р., Беспланеев Б. Б., Калмыков М. М., Уянаев А. Б.</b> Агрехимические свойства серых лесных почв и влияние азотных удобрений на урожайность деревьев сливы на склонах.....	<b>55</b>

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

<b>Малородов В. В., Козлов Б. К.</b> Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц. Последствия термического воздействия на эмбриогенез перепелов.....	<b>63</b>
<b>Таов И. Х., Тарчоков А. Т., Биттиров И. А.</b> Показатели белкового обмена у коров после родов и под влиянием лечебно-профилактических средств	<b>72</b>

**Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных**

<b>Абдулхаликов Р. З., Шахмурзов М. М., Тарчоков Т. Т., Шевхужев А. Ф.</b> Скрещивание молочных и комбинированных коров и телок с быками мясных пород.....	<b>78</b>
<b>Басонов О. А., Абдулхаликов Р. З., Тарчоков Т. Т., Кулаткова А. С.</b> Влияние продуктивного потенциала женских предков, способов содержания и технологий доения на показатели молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы.....	<b>92</b>

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

**Апажев А. К., Шогенов Ю. Х., Шекихачев Ю. А.**  
Обеспечение требуемой точности относительного положения деталей при сборке кривошипно-шатунного механизма двигателя..... **101**

**Ахгубекова С. Н.**  
Научное обоснование метода изучения концентрационного распределения компонентов в композиционных материалах технических средств..... **109**

**Жирикова З. М., Алоев В. З.**  
Исследование прочности конструкционных материалов деталей сельскохозяйственных машин..... **117**

**Пищевые системы**

**Васюкова А. Т., Кусова И. У., Эдварс Р. А., Талби М.**  
Функциональные рецептуры с суспензиями, обогащенными микронутриентами..... **124**

**Джабоева А. С., Васюкова А. Т., Кусова И. У., Исмаилова А. А.**  
Повышение потребительских свойств национального соуса тузлукъ..... **136**

**Думанишева З. С., Доткулова К. Х.**  
Формирование качества хлебобулочных изделий с продуктами переработки растительного сырья... **143**

**Сокол Н. В., Санжаровская Н. С.**  
Изучение влияния растительной добавки из плодов облепихи на реологию теста и качество хлеба... **150**

**Хоконова М. Б., Хоконов А. Б.**  
Изменение физико-химических показателей яблочного игристого вина при хранении..... **159**

**Ширитова Л. Ж., Жилова Р. М.**  
Влияние меланжа на качество бисквитного теста..... **165**

**ЮБИЛЯРЫ**

Шахмурзову М.М. – 70 лет..... **172**

## CONTENTS

## BIOLOGICAL SCIENCES

**Kazancheva L.A., Mirzoeva A.A., Kumysheva Yu.A.**  
The role of natural factors in the formation of the composition of surface waters of the KBR..... 7

**Tamakhina A.Ya.**  
Primary biological production and biodiversity of pasture ecosystems of Kabardino-Balkaria..... 15

## AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT

## General Farming and Crop Production

**Knyazeva D.B., Knyazev B.M.**  
Varietal specificity of soybeans in the formation of productivity and yield elements in the conditions of the steppe zone..... 25

**Shogenov Yu.M., Boziev A.L.**  
Formation of the crop of sunflower seeds depending on the growing conditions in various zones of the Kabardino-Balkarian Republic..... 31

**Shogenov Yu.M., Kisev A.Yu.**  
The influence of predecessors on the yield of winter wheat in the zones of the Kabardino-Balkarian Republic..... 38

## Horticulture, Vegetable Growing, Viticulture and Medicinal Crops

**Nazranov Kh.M., Egorova E.M., Stepanyan E.I., Abregov A.A., Nazranov B.Kh.**  
Evaluation of the use of growth regulators for the development of the root system of seedlings of "Tray" strawberries..... 45

**Rasulov A.R., Beslaneev B.B., Kalmykov M.M., Uyanaev A.B.**  
Agrochemical properties of grey forest soils and the effect of nitrogen fertilizers on the yield of plum trees on slopes ..... 55

## ANIMAL SCIENCE AND VETERINARY MEDICINE

Private Zootechnics, Feeding, Feed Preparation Technologies  
and Livestock Production

**Malorodov V.V., Kozlov B.K.**  
Atlas of biological control of the incubation of quail eggs. Consequences of thermal impact on quail embryogenesis ..... 63

**Taov I.Kh., Tarchokov A.T., Bittirov I.A.**  
Indicators of protein metabolism of cows after childbirth and under the influence of therapeutic and prophylactic agents..... 72

## Breeding, Selection, Genetics and Biotechnology of Animals

**Abdulhalikov R.Z., Shakhmurzov M.M., Tarchokov T.T., Shevkhuzhev A.F.**  
Crossing dairy and combined cows and heifers with bulls of meat breeds..... 78

**Basonov O.A., Abdulhalikov R.Z., Tarchokov T.T., Kulatkova A.S.**  
The influence of the productive potential of female ancestors, methods of keeping and milking technologies on the indicators of milk productivity of first-calf heifers of the Holstein breed ..... 92

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

**Apazhev A.K., Shogenov Yu.Kh., Shekikhachev Yu.A.**  
Ensuring the required accuracy of the relative position of parts during assembly of the engine crank-ring mechanism..... **101**

**Ahkubekova S.N.**  
Scientific substantiation of the method for studying the concentration distribution of components in composite materials of technical tools..... **109**

**Zhirikova Z.M., Alov V.Z.**  
Study of the strength of structural materials of agricultural machinery parts..... **117**

**Food Systems**

**Vasyukova A.T., Kusova I.U., Edvars R.A., Talbi M.**  
Functional formulations with suspensions, fortified with micronutrients..... **124**

**Dzhaboeva A.S., Vasyukova A.T., Kusova I.U., Ismailova A.A.**  
Increasing the consumer properties of the national sauce tuzluk..... **136**

**Dumanisheva Z.S., Dotkulova K.Kh.**  
Formation of the quality of bakery products with products of processing of vegetable raw materials..... **143**

**Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S.**  
Study of the effect of a vegetable additive from sea buckthorn fruits on the rheology of dough and the quality of bread..... **150**

**Khokonova M.B., Khokonov A.B.**  
Changes in the physico-chemical parameters of apple sparkling wine during storage..... **158**

**Shiritova L.Zh., Zhilova R.M.**  
Influence of melange on the quality of biscuit dough..... **164**

**ANNIVERSARIES**

Shakhmurzov M. M. is 70 years old..... **171**

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## BIOLOGICAL SCIENCES

Научная статья

УДК 639.31.574.55(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-7-14

**Роль природных факторов в формировании состава  
поверхностных вод КБР**

Людмила Атабиевна Казанчева<sup>✉1</sup>, Анита Анатольевна Мирзоева<sup>2</sup>,  
Юлия Александровна Кумышева<sup>3</sup>

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

<sup>✉1</sup>kaz.ludmila@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5627-7023>

<sup>2</sup>anita\_mirzoeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5572-045X>

<sup>3</sup>yukumysheva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3245-3517>

**Аннотация.** Природные явления и деятельность человека оказывают большое влияние на экологическое состояние гидросистем. Поэтому изучение влияния различных факторов на формирование состава поверхностных и подземных вод является актуальной. Целью исследования стала оценка экологических и гидробиологических параметров малых водоемов на территории Кабардино-Балкарской Республики (КБР). Изучены сезонные особенности качества поверхностных вод (содержание минеральных компонентов, органических веществ, рН, щелочность, газовый режим) в пяти эколого-климатических зонах КБР. Показателем количества органических веществ в воде является ее окисляемость. Низкая окисляемость указывает на бедность воды питательными веществами. В тоже время посадка в пруды большого количества рыбы на единицу площади, удобрение прудов и кормление рыбы также отрицательно влияют на качество воды. Перманганатная и бихроматная окисляемости воды как показатель содержания органического вещества в исследованных водоемах колеблется от 4,7 до 16, 0 и от 20,4 до 34,7 мг О<sub>2</sub>/л соответственно и наивысших показателей достигает в IV, V эколого-климатических зонах. Отмечается увеличение суточных колебаний содержания кислорода. Активная реакция воды (рН) по всем эколого-климатическим зонам республики выражается величинами 6,4-7,5. Больших изменений рН в течение сезона не происходит. Рассматривая в целом эколого-гидрохимический режим водоемов, расположенных в разных зонах, можно отметить, что, несмотря на разнообразные экологические условия и особенности формирования солевого состава, физико-химические параметры водоемов характеризовались величинами, не выходящими за пределы нормативов, определяющих возможность ведения гидробиологических процессов. Исключением в этом плане являются малые водоемы, расположенные в I эколого-климатической зоне. Поэтому при интенсификации рыбоводства необходимо создавать условия, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность водных организмов.

**Ключевые слова:** природный ресурс, вещество, мониторинг, среда обитания, гидрология, гидрохимия, гидробиология

**Для цитирования.** Казанчева Л. А., Мирзоева А. А., Кумышева Ю. А. Роль природных факторов в формировании состава поверхностных вод КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 7–14.

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-7-14

Original article

## The role of natural factors in the formation of the composition of surface waters of the KBR

Lyudmila A. Kazancheva<sup>✉1</sup>, Anita A. Mirzoeva<sup>2</sup>, Yulia A. Kumysheva<sup>3</sup>

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

<sup>✉1</sup>kaz.ludmila@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5627-7023>

<sup>2</sup>anita\_mirzoeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5572-045X>

<sup>3</sup>ykumysheva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3245-3517>

**Abstract.** Natural phenomena and human activity have a great influence on the ecological state of hydrosystems. Therefore, the study of the influence of various factors on the formation of the composition of surface and ground waters is relevant. The aim of the study was to assess the ecological and hydrobiological parameters of small water bodies on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic (KBR). The seasonal features of surface water quality (content of mineral components, organic substances, pH, alkalinity, gas regime) in five ecological and climatic zones of the KBR were studied. An indicator of the amount of organic substances in water is its oxidizability. Low oxidability indicates the poverty of water in nutrients. At the same time, planting a large number of fish per unit area in ponds, fertilizing ponds and feeding fish also negatively affect water quality. The permanganate and bichromate oxidizability of water as an indicator of the content of organic matter in the studied reservoirs ranges from 4.7 to 16.0 and from 20.4 to 34.7 mg O<sub>2</sub>/l, respectively, and reaches the highest rates in IV, V ecological and climatic zones. There is an increase in daily fluctuations in oxygen content. The active reaction of water (pH) in all ecological and climatic zones of the republic is expressed as 6.4-7.5. There are no large changes in pH during the season. Taking into consideration the overall ecological and hydrochemical regime of reservoirs located in different zones, it can be noted that, despite the various environmental conditions and features of the formation of salt composition, the physicochemical parameters of reservoirs were characterized by values that did not go beyond the limits that determine the possibility of conducting hydrobiological processes. Small water resources are in this regard are exceptions located in the I ecological and climatic zone. Therefore, when intensifying fish farming, it is necessary to create conditions that ensure the normal functioning of aquatic organisms.

**Keywords:** natural resource, substance, monitoring, habitat, hydrology, hydrochemistry, hydrobiology

**For citation.** Kazancheva L.A., Mirzoeva A.A., Kumysheva Yu.A. The role of natural factors in the formation of the composition of surface waters of the KBR. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):7–14. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-7-14

**Введение.** Чтобы проследить за качеством воды природных источников, необходимы регулярные наблюдения за гидрологическими, гидрохимическими, гидробиологическими показателями. Обработка этих данных позволяет прогнозировать и предотвращать возможные негативные процессы, приводящие к ухудшению качества воды [1].

Производилось программное наблюдение за состоянием водоемов по гидрологическим, гидрохимическим и гидробиологическим показателям. На исследуемых источниках при проведении гидрологических исследу-

ований наблюдали изменение температуры воды, ее цветности, прозрачности и запаха.

**Цель исследования** – оценка экологических и гидробиологических параметров малых водоемов на территории Кабардино-Балкарской Республики (КБР).

Анализируя концентрации катионов Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup> и анионов Cl<sup>-</sup>, (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup>, (HCO<sub>3</sub>)<sup>-</sup>, (NO<sub>2</sub>)<sup>-</sup>, (NO<sub>3</sub>)<sup>-</sup>, уровень pH, удельную электрическую проводимость воды, окислительно-восстановительный потенциал, определены гидрохимические показатели воды. В этих водоемах были проконтролированы

концентрации пестицидов и тяжелых металлов, химическое потребление кислорода (ХПК) и биологическое потребление кислорода (БПК), определенное за 5 суток.

Для оценки химических и биологических процессов, происходящих в природных водах, определяли концентрации ионов водорода и гидроксильных групп, так как они определяют благоприятные условия для существования живых организмов [2]. Допустимыми значениями величины рН для аквакультуры являются 6,0-9,0. Изменение в ту или иную сторону может не только существенно сказаться на запахе, вкусе, но и на внешнем виде воды.

Неорганические соли: бикарбонаты, хлориды и сульфаты, органические вещества определяют общую минерализацию воды. Эти показатели складываются из взаимодействия воды как жидкой физической фазы, твердой среды в виде береговых линий, почвообразующих минералов и пород, а также их взаимодействия с воздушной средой, которая содержит минеральные компоненты [3, 4].

Важнейшее значение при характеристике химического состава вод имеет минерализация, а именно содержание в них солей минерального и органического происхождения.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Базой для изучения химического состава природных вод и его изменения во времени и пространстве в зависимости от климатических, физических и биологических процессов послужили спускные, опытные и производственные водоемы площадью 0,01-25 га с независимым водоснабжением, расположенные в разных почвенно-климатических зонах КБР: ООО «Псынадахэ» (Зольский район), ООО «Агро К» (Баксанский район), СХПК «Красная Нива» (Майский район), КФХ с.п. Урожайное (Терский район), КФХ с.п. Аргудан (Лескенский район).

Исследования проводили по общепринятым методикам: потенциметрическим, фотометрическим, спектрофотометрическим, ион-хроматографическим, капиллярным электрофорезом [5]. Потенциметрическим методом определяли рН и щелочность, спектрофотометрическим методом – фосфор (фосфат-ионы), титриметрическим методом – перманганатную и бихроматную окисляемость, ион-хроматографическим методом – сульфат- и хлорид-ионы, методом капилляр-

ного электрофореза – ионы калия, натрия, кальция, магния.

**Результаты исследования.** Анализы воды на содержание минеральных компонентов проводили в различные периоды на пяти эколого-климатических зонах, так как химический состав поверхностных вод исследуемых озер формируется под воздействием как природных факторов, так и источников техногенного воздействия. Как показали наши наблюдения, буферная емкость исследованных водоемов низкая, и риск закисления вод повышен, что свидетельствует о невысоком потенциале поверхностных вод к нейтрализации кислотных выпадений, которые связаны не только с локальным, а прежде всего, с глобальным атмосферным переносом загрязняющих веществ (табл. 1).

Из таблицы видно, что содержание органического вещества в исследуемых водоемах, определяемое перманганатной и бихроматной окисляемостью, колеблется от 4,7 до 16,0 и от 20,4 до 34,7 мг  $O_2$ /л соответственно и наивысших показателей достигает в IV, V эколого-климатических зонах. В теплое время года в IV и V зонах с более высоким уровнем первичной продуктивности окисляемость возрастает от минимума весной до максимума осенью; в I и II эколого-климатических зонах окисляемость возрастает только до лета, а осенью падает. Максимальная окисляемость характерна только для лета – 16,0 мг  $O_2$ /л (V эколого-климатическая зона) [6, 7].

Активная реакция воды (рН) по всем эколого-климатическим зонам республики выражается величинами 6,4-7,5. Больших изменений рН в течение сезона не происходит. В отдельные периоды, например, в период массового «цветения» водорослей, реакция воды становится более щелочной. Так, в V эколого-климатической зоне в этот период значение рН изменялось от 6,9 до 8,0.

В зависимости от эколого-климатических условий, места расположения и формы питания минерализация рек может изменяться в широких пределах.

Наибольшей минерализации реки достигают в мае и августе, такое явление объясняется тем, что в это время замедляется таяние снега и выпадение дождей, а наименьшей минерализации – в период интенсивного таяния снегов и ледников, а также в сезон весенних и летних дождей.

**Таблица 1.** ХПК, БПК, рН и содержание некоторых газов в малых водоемах по эколого-климатическим зонам республики  
**Table 1.** COD, BOD, pH and the content of some gases in small reservoirs by ecological and climatic zones of the republic

Зоны	Весна			Лето			Осень			Среднее значение за апрель-октябрь		
Перманганатная окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л												
I	4,7			7,2			6,7			6,2		
II	5,0			8,7			6,2			6,6		
III	8,7			9,3			10,7			9,56		
IV	12,0			10,9			14,5			12,46		
V	12,5			16,0			14,8			14,43		
Бихроматная окисляемость, мг O <sub>2</sub> /л												
I	20,4			29,1			25,5			25		
II	23,8			30,3			27,8			27,3		
III	26,2			32,2			28,3			28,9		
IV	29,2			34,7			30,4			31,4		
V	30,1			26,9			32,7			29,9		
рН												
I	6,7			7,4			6,8			6,96		
II	6,5			7,2			7,0			6,9		
III	6,8			7,4			7,1			7,1		
IV	6,9			7,5			7,3			7,23		
V	7,1			7,5			7,0			7,2		
Содержание газов, мг/л												
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
I	11,8	3,1	16,9	8,5	3,1	-	11,0	8,1	16,4	10,5	4,9	16,4
II	11,2	3,4	15,1	9,2	2,5	-	10,5	11,5	15,9	10,4	5,9	15,1
III	10,8	4,2	18,2	9,2	1,9	-	10,5	12,0	19,0	10,2	6,0	19,0
IV	10,5	3,4	15,2	9,0	2,0	-	10,2	13,7	14,7	9,7	3,5	14,3
V	9,7	2,9	12,0	9,9	1,7	-	9,9	10,2	12,3	9,3	4,7	12,0

О химическом составе и минерализации воды можно судить по содержанию преобладающих ионов. Увеличение минерализации воды в IV и V эколого-климатических зонах можно объяснить за счет поступления в нее коллекторных вод.

Химические анализы воды и простые подсчеты показывают, что в годовом приросте гидробионтов содержится значительно больше азота и фосфора, чем в воде водоемов. Явление это объясняется биологическим круговоротом веществ, происходящим в результате развития жизненных процессов в малых водоемах, в них количество азота ежегодно пополняется. Он поступает со сто-

ками вод с водосборных площадей в виде минеральных солей и неразложившихся органических остатков.

Значительную роль в пополнении азота играют бактерии-азотфиксаторы, развивающиеся в верхних слоях ила. Эти бактерии усваивают газообразный азот и образуют из него соли.

В мае и августе наши водоемы достигают наибольшей минерализации. Причиной такого явления можно считать замедление таяния снегов и редкое выпадение дождей в данный период, а наименьшая минерализация происходит в период интенсивного таяния снегов и ледников, а также в сезон весенних и летних дождей.

**Таблица 2.** Минеральный состав воды по эколого-климатическим зонам республики, мг/л  
**Table 2.** Mineral composition of water by ecological and climatic zones of the republic, mg/l

Ионы	Весна	Лето	Осень	Среднее значение	Весна	Лето	Осень	Среднее значение
	I зона				II зона			
Ca <sup>2+</sup>	189	162	190	180,3	197	157	199	184,3
Mg <sup>2+</sup>	165	150	154	156,3	169	139	167	158,3
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	150	131	152	144,3	151	134	160	148,3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	152	142	156	150	162	149	166	159,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	534	386	578	499,3	536	378	560	491,3
Cl <sup>-</sup>	219	172	253	214,6	225	169	249	214,3
Аммонийный азот	0,22	0,69	0,30	0,40	0,33	0,9	0,19	0,47
Нитраты	0,64	1,37	1,2	1,07	0,7	1,69	1,0	1,13
Нитриты	0,006	0,03	0,013	0,016	0,019	0,047	0,004	0,023
Фосфаты	0,27	0,39	0,25	0,30	0,27	0,41	0,28	0,32
Сумма ионов	1544,07	1145,48	1484,76	1346,59	1441,32	1129,05	1502,47	1357,44
	III зона				IV зона			
Ca <sup>2+</sup>	199	171	203	191,0	195	169	202	188,6
Mg <sup>2+</sup>	162	149	172	158,6	169	149	177	165,0
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	150	140	162	150,6	169	149	170	162,6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	167	151	159	159,0	169	153	176	166,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	559	453	579	530,3	569	494	597	553,3
Cl <sup>-</sup>	228	170	259	219,3	245	162	277	228,0
Аммонийный азот	0,74	1,38	0,65	0,92	0,47	1,39	0,70	0,85
Нитраты	1,5	2,25	1,7	1,81	1,37	2,40	1,80	1,85
Нитриты	0,030	0,04	0,030	0,033	0,05	0,033	0,030	0,037
Фосфаты	0,7	0,70	0,49	0,63	0,47	0,70	0,55	0,57
Сумма ионов	1467,97	1238,37	1536,87	1412,19	1518,36	1280,52	1602,08	1466,81
	V зона							
Ca <sup>2+</sup>	199	180	233	204,3				
Mg <sup>2+</sup>	181	160	183	174,6				
Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	167	141	170	159,6				
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	169	151	180	166,6				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	558	480	599	545,6				
Cl <sup>-</sup>	267	231	271	256,3				
Аммонийный азот	0,62	2,01	0,71	1,11				
Нитраты	1,83	2,39	1,80	2,00				
Нитриты	0,029	0,037	0,029	0,031				
Фосфаты	0,59	0,71	0,55	0,61				
Сумма ионов	1544,07	1348,15	1406,89	1510,75				

Как видно из таблицы 2, эколого-климатические зоны республики отличаются между собой содержанием органических веществ и минерального фосфора; отмечается увеличение концентрации органических ве-

ществ и минерального фосфора от весны к осени. Такой характер изменения концентрации данных элементов связан с интенсивным поступлением в летний период биогенов органического происхождения и срав-

нительно высоким притоком их в июне-июле с поступающей в малые водоемы водой [8].

Можно отметить, что эколого-гидрохимический режим и минерализация исследованных водоемов, несмотря на разнообразие экологических и климатических условий и особенностей формирования солевого состава, характеризуются величинами, соответствующими нормативам, определяющим возможность ведения гидробиологических процессов.

**Выводы.** 1. Природно-климатические условия горной и предгорной зон определяют особенности экологических факторов малых водоемов. Минеральный состав прудовых хозяйств определяется источниками их водоснабжения. Геохимический состав этих источников объясняет их биологическую продуктивность.

2. Перманганатная и бихроматная окисляемость воды как показатель содержания органического вещества в исследованных

водоемах колеблется от 4,5 до 15,9 и от 20,2 до 34,5 мг O<sub>2</sub>/л. Высокие величины перманганатной и бихроматной окисляемости в летний период (9-10 мг O<sub>2</sub>/л) способствуют повышению содержания элементов, необходимых для продуктивного функционирования водоемов.

3. При содержании в воде азота нитратов до 0,5-1 мг/л хорошо развиваются сине-зеленые водоросли, а при содержании свыше 2 мг/л интенсивно развиваются зеленые, в частности, протококковые водоросли, наиболее желательные в воде малых водоемов.

4. Несмотря на разнообразные экологические условия и особенности формирования солевого состава, физико-химические параметры водоемов характеризовались величинами, не выходящими за пределы нормативов, определяющих возможность ведения гидробиологических процессов.

#### Список литературы

1. Шахмурзов М. М. Эколого-биологические и антропогенные факторы, ограничивающие численность терской кумжи, пути повышения эффективности естественного и искусственного воспроизводства // Юбилейная конференция «Аграрная наука как основа для решения проблемы самообеспечения региона продовольствием». Нальчик, 2001. С. 139–142.
2. Чабан В. В. Влияние техногенных изменений геологической среды на экологическое состояние Сакского соленого озера // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Геологія. Географія». 2014. № 15. С. 14–23.
3. Даниленко А. О., Георгиади А. Г. Изменения ионно-солевого состава воды р. Северная Двина в период современного потепления климата // Сборник статей, посвященный 100-летию со дня образования Гидрохимического института «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Часть 1. Ростов-на-Дону, 2020. С. 28–31.
4. Киселев И. Я. Амперометрический метод определения концентрации ионов кальция Ca<sup>2+</sup> и магния Mg<sup>2+</sup> в природных водах // Экологическая химия. 2017. Т. 26. № 1. С. 19–24.
5. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. Москва, 2001. С. 120–135.
6. Казанчева Л. А., Мирзоева А. А., Кумышева Ю. А. Общая характеристика микроэлементного состава вод малых водоемов Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского университета. 2018. Т. VIII. № 1. С. 29–33.
7. Газаев Х.-М. М., Иттиев А. Б., Газаев М. А., Агоева Э. А. Микроэлементы в поверхностных водах Чегемского ущелья // Вестник Забайкальского государственного университета. 2018. Т. 24. № 8. С. 16–28.
8. Казанчев С. Ч., Казанчева Л. А. Характеристика зональных особенностей эколого-гидрохимического режима водоемов КБР. Нальчик, 2003. 163 с.

#### References

1. Shakhmurzov M.M. Ecologobiological and anthropogenic factors limiting the number of Terek trout, ways to increase the efficiency of natural and artificial reproduction. *Yubileynaya konferentsiya «Agrarnaya nauka kak osnova dlya resheniya problemy samoobespecheniya regiona prodovol'stviyem»*. [Anniversary

conference "Agrarian science as a basis for solving the problem of self-sufficiency of the region with food"]. Nalchik, 2001. Pp. 139–142. (In Russ.)

2. Chaban V.V. Influence of technogenic changes in the geological environment on the ecological state of the Saki salt lake]. *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Seriya «Geologiya. Geografiya»*. 2014;(15):14–23. (In Russ.)

3. Danilenko A.O., Georgiadi A.G. Changes in the ion-salt composition of water of the river. Northern Dvina in the period of modern climate warming]. *Sbornik statey, posvyashchenny 100-letiyu so dnya obrazovaniya Gidrokhimicheskogo instituta, «Sovremennyye problemy gidrokhimii i monitoringa kachestva poverkhnostnykh vod»*. Chast' I [Collection of articles dedicated to the 100th anniversary of the founding of the Hydrochemical Institute, "Modern problems of hydrochemistry and surface water quality monitoring". Part 1]. Rostov-on-Don, 2020. Pp. 28–31. (In Russ.)

4. Kiselev I.Ya. Amperometric method of determination the concentration of  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  ions in natural waters. *Ekologicheskaya khimiya*. 2017;26(1):19–24. (In Russ.)

5. Lurie Yu.Yu. *Spravochnik po analiticheskoy khimii* [Handbook of analytical chemistry]. Moscow, 2001. Pp. 120–135. (In Russ.)

6. Kazancheva L.A., Mirzoeva A.A., Kumysheva Yu.A. General characteristics of the microelement composition of waters of small reservoirs of the Kabardino-Balkarian Republic]. *Proceeding of the Kabardino-Balkarian state university*. 2018;VIII(1):29–33. (In Russ.)

7. Gazaev Kh.-M.M., Ittiev A.B., Gazaev M.A., Agoeva E.A. Microelements in the surface waters of the chegem gorge. *Transbaikal state university journal*. 2018;24(8):16–28. (In Russ.)

8. Kazanchev S.Ch., Kazancheva L.A. *Kharakteristika zonal'nykh osobennostey ekologo-gidrokhimicheskogo rezhima vodoyemov KBR* [Characteristics of zonal features of the ecological and hydrochemical regime of the water bodies of the KBR]. Nalchik, 2003. 163 p. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Казанчева Людмила Атабиевна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 1920-3335, Author ID: 334619

**Мирзоева Анита Анатольевна** – кандидат химических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4661-5765, Author ID: 805659

**Кумышева Юлия Александровна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 540249

#### Information about authors

**Lyudmila A. Kazancheva** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1920-3335, Author ID: 334619

**Anita A. Mirzoeva** – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4661-5765, Author ID: 805659

**Yulia A. Kumysheva** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 540249

**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 17.02.2023;  
одобрена после рецензирования 07.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 17.02.2023;  
approved after reviewing 07.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 574.42/.45(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-15-24

## Первичная биологическая продукция и биоразнообразие пастбищных экосистем Кабардино-Балкарии

**Аида Яковлевна Тамахина**

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

aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

**Аннотация.** Одной из актуальных экологических проблем является пастбищная дигрессия лугов и следующая за ней дефляция почв. Данная проблема характерна для горных пастбищ, постоянно находящихся в хозяйственном обороте. Целью исследования стало изучение современного состояния пастбищных экосистем Кабардино-Балкарской Республики на основе мониторинга биоразнообразия и оценки первичной биологической продукции. По результатам экологического мониторинга пастбищных экосистем Зольского района КБР (2018-2020 гг.) установлено значительное флористическое разнообразие, обусловленное гетерогенностью эдафических и орографических факторов. Урожайность пастбищ в среднем за пастбищный период варьирует от 7,2 до 16,6 ц/га сухой поедаемой массы. По данным мониторинга около половины обследованных фитоценозов подвергаются умеренной и сильной пастбищной дигрессии. Размах варьирования видового богатства составляет от 8 до 32 видов, проективного покрытия – от 58 до 100%, высоты травостоя – от 20 до 63 см, а продуктивности надземной фитомассы – от 0,07 до 0,22 кг/м<sup>2</sup>. По данным корреляционного анализа биологическая продуктивность и биоразнообразие пастбищных экосистем определяются, главным образом, уровнем пастбищной дигрессии (связь сильная отрицательная). Результатом чрезмерной пастбищной нагрузки является формирование малопродуктивных вторичных растительных сообществ непоедаемых, ядовитых и сорных трав, снижение биоразнообразия, развитие эрозионных процессов. Восстановление деградированных пастбищных экосистем возможно на основе нормирования пастбищных нагрузок, соблюдения сроков стравливания, фитомелиорации с использованием многолетних трав, кратковременной изоляции пастбищ от выпаса.

**Ключевые слова:** пастбищная экосистема, фитоценоз, первичная биологическая продукция, биоразнообразие, проективное покрытие, пастбищная дигрессия, эрозия почвы

**Для цитирования.** Тамахина А. Я. Первичная биологическая продукция и биоразнообразие пастбищных экосистем Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 15–24. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-15-24

Original article

## Primary biological production and biodiversity of pasture ecosystems of Kabardino-Balkaria

**Aida Ya. Tamakhina**

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

aida17032007@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8958-7052>

**Abstract.** One of the urgent environmental problems is the pasture digression of meadows and subsequent soil deflation. This problem is typical for mountain pastures that are constantly in economic circulation. The aim of the study was to study the current state of pasture ecosystems in the Kabardino-Balkarian Republic (KBR) on the basis of monitoring biodiversity and assessing primary biological production. According to the results of ecological monitoring of pasture ecosystems of the Zolsky district of the KBR (2018-2020), a significant floristic diversity was established, due to the heterogeneity of edaphic and orographic factors. The yield of pastures on average for the pasture period varies from 7.2 to 16.6 c/ha of eaten dry mass. According to monitoring data, about half of the surveyed phytocenoses are subject to moderate and severe pasture digression. The range of variation in species richness is from 8 to 32 species, projective cover – from 58 to 100%, herbage height – from 20 to 63 cm, and productivity of aboveground phytomass – from 0.07 to 0.22 kg/m<sup>2</sup>. According to the correlation analysis, the biological productivity and biodiversity of pasture ecosystems are determined mainly by the level of pasture digression (strong negative relationship). The result of excessive grazing pressure is the formation of unproductive secondary plant communities of non-edible, poisonous and weed grasses, a decrease in biodiversity, and the development of erosion processes. Restoration of degraded pasture ecosystems is possible on the basis of rationing of pasture loads, compliance with the timing of grazing, phytomelioration using perennial grasses, and short-term isolation of pastures from grazing.

**Keywords:** pasture ecosystem, phytocenosis, primary biological production, biodiversity, projective cover, pasture digression, soil erosion

**For citation.** Tamakhina A.Ya. Primary biological production and biodiversity of pasture ecosystems of Kabardino-Balkaria. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):15–24. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-15-24

**Введение.** Природные пастбищные экосистемы – важная составляющая устойчивого функционирования биосферы. Основными их функциями являются продукционные (производство кормов для скота), средообразующие (защита почв от эрозии, очистка воды и воздуха, регулирование биологических процессов, регуляция численности биоты), информационные (генетические ресурсы, информация о структуре и функционировании природных экосистем) и рекреационные [1].

Оценку объема экосистемных услуг пастбищных экосистем традиционно осуществляют по доле природных кормов, съеденных скотом, среднему количеству корма, съеденного скотом, количеству кормовых единиц, которые производят природные пастбища в год на 1 га площади региона (в среднем 29 ц кормовых единиц в год). В целом используемый объем продукционной экосистемной услуги большинства пастбищных экосистем в России во много раз меньше их фактического объёма. Доля природных кормов, съеденных скотом, на большей части территории России не превышает 4%. Однако в горных регионах России степень использования пастбищ близка к 50%, а доля природных кормов, съеденных скотом, достигает 19% [2].

Несмотря на огромную экосистемную и хозяйственную значимость, современное состояние пастбищных экосистем вызывает серьезную озабоченность ввиду их интенсивной и нерациональной эксплуатации. Одной из актуальных экологических проблем является деградация пастбищных экосистем, проявляющаяся в снижении продуктивности и качества травостоев, изменении состава флоры под влиянием пастбищной, технической, рекреационной дигрессии и пестицидного загрязнения [3, 4]. Увеличение интенсивности выпаса на пастбищных лугах приводит к упрощению структуры и снижению видового разнообразия, увеличению роли дигрессионно устойчивых видов разнотравья, уменьшению баланса N и P в почве, её уплотнению и иссушению [5, 6].

Данная проблема отчётливо проявляется на территории Кабардино-Балкарской Республики (КБР), где луга, находящиеся в хозяйственном обороте, постоянно используются как сенокосы и пастбища. Площадь пастбищ и сенокосов в КБР составляет соответственно 311 и 58,7 тыс. га. Особую ценность представляют отгонные пастбища, где ежегодно содержится до 75% общего поголовья республики. Неэффективное и беспо-

рядочное использование природных кормовых угодий в республике привело к резкому снижению отдачи, повышению экологической напряжённости. Особенно это касается горных сенокосов и пастбищ, основная часть которых деградирована, подвержена эрозии, засорена вредными, ядовитыми и несъедобными травами [7].

**Цель исследования** – оценка биоразнообразия и первичной биологической продукции пастбищных экосистем КБР.

**Материал и методы исследования.** Основным методом исследований стало геоботаническое обследование экосистем Зольских пастбищ (Зольский район КБР) на площади 950 га в 2018-2020 гг. Описание фитоценозов проводили на учетных площадях (УП) по 100 м<sup>2</sup>. Название ассоциации давали по доминирующим видам. Проективное покрытие видов оценивали в процентах к общей площади УП. Травостой разбирали на хозяйственные группы (злаки, осоки, бобовые, разнотравье, ядовитые травы) с выделением хорошо и удовлетворительно поедаемых. При описании эдафических условий отмечали тип и способ увлажнения почв. Хозяйственную характеристику пастбищ давали по участию в травостое полезных и вредных растений, состоянию травостоя в отношении его выбитости и хозяйственной урожайности [8]. Уровень пастбищной дигрессии оценивали в баллах по шкале: 1 – слабая, 2 – умеренная, 3 – средняя, 4 – сильная. Для оценки альфа- и бета-разнообразия использованы бланки геоботанических описаний по отдельным сообществам. Альфа-разнообразие оценивали по общему числу видов в сообществе по данным маршрутных учетов и описаний пробных площадок, бета-разнообразие – мерой Уиттекера ( $\beta_w$ ). Статистическая обработка включала определение корреляционной зависимости ( $r$ ) между исследованными параметрами пастбищных фитоценозов [9].

**Результаты и обсуждение.** Зольские пастбища расположены в горной зоне КБР (урочище Малые Кураты) на стыке лесного и субальпийского поясов. Растительность сформирована на горно-луговых черноземовидных, горных лугово-болотных почвах, на плоскогорьях и пологим склонам, на крутых склонах восточной, юго-восточной и запад-

ной экспозиций в условиях прохладного климата. Флора пастбищ отличается большим разнообразием и представлена послелесными влажными осоково-щучковыми, мезофильными вейниково-полевицевыми, – разнотравными, разнотравно-злаковыми мезофильными, субальпийскими лугами и низкоосоковыми луговыми степями. На обследованной территории выделено 11 типов фитоценозов (табл. 1).

Для оценки альфа-разнообразия отобрано 11 наиболее характерных геоботанических описаний, в которых зарегистрировано 85 видов.

Осоково-щучковый и щучково-осоковый тип пастбищ встречается на пологих склонах северной экспозиции, плато, в понижениях между склонами. Увлажнение атмосферное, грунтовое и натежное. Травостой этих лугов достаточно густой. На УП-1 доминируют *Deschampsia cespitosa*, *Carex pallescens*, *C. leporina*, *C. melanostachya* и *Luzula multiflora*. Второстепенные виды – *Festuca pratensis*, *Veratrum lobelianum*, *Astrantia maxima*, *Gladiolus communis*, *Filipendula vulgaris*, *Geranium sanguineum*. На закустаренных участках обильны *Carex acuta*, *Juncus gerardii*, сопутствующие виды – *Filipendula ulmaria*, *Anthriscus nemorosa*, *Trollius ranunculinus*. Единичны *Poa longifolia*, *Calamagrostis phragmitoides*. Проективное покрытие 65-90%, высота травостоя варьирует от 40 до 60 см.

Послелесные мезофильные луга представлены разнотравно-полевицевыми и вейниково-полевицевыми типами пастбищ на пологих и крутых склонах западных и северных экспозиций. Доминантами фитоценозов на УП-2 выступают *Agrostis planifolia*, *Calamagrostis phragmitoides*, а содоминантами – *Anthriscus nemorosa*, *Bromopsis variegata* и *Phleum phleoides*. Значительное участие в сложении травостоя принимают *Rhinanthus serotinus*, *Gladiolus communis*, *Geranium sanguineum*, *Filipendula ulmaria*, *Valeriana officinalis*, *Dactylorhiza urvilleana*, *Veratrum lobelianum*, *Brachypodium pinnatum*, *Cirsium obvallatum*, *Galium ruthenicum*. Бобовые представлены *Trifolium hybridum*, *T. pratense*, *T. ambiguum*, *Vicia angustifolia*, *Lotus caucasicus*, *Medicago falcata*. Проективное покрытие 90-100%, высота травостоя 40-60 см. Засоренность ядовитыми и вредными травами (*Veratrum lobelianum*, *Ranunculus montanus*, *Cirsium obvallatum*) достигает 5%.

Таблица 1. Основные типы пастбищных фитоценозов на территории  
Зольского района  
Table 1. Main types of pasture phytocenoses on the territory  
of the Zolsky district

№	Типы фитоценозов	Типы почв	Урожайность за пастбищный период, ц/га сухой поедаемой массы
Горный пояс			
1	Осоково-щучковые, щучково-осоковые	Горные лугово-болотные	16,6
2	Послелесные мезофильные злаковые, злаково-осоково-разнотравные	Горно-луговые черноземовидные	16,8
3	Разнотравно-полевицевые	Горно-луговые черноземовидные глееватые тяжелосуглинистые	12,1
4	Сильно сбитые злаково-бурьянисто-разнотравные	Горно-луговые черноземовидные выщелоченные глееватые тяжело-суглинистые	10,0
5	Разнотравно-злаковые	Горно-луговые черноземовидные рыхлодернинные суглинистые	11,0
6	Злаково-разнотравно-низкоосоковые	Горно-луговые черноземовидные рыхлодернинные тяжелосуглинистые поверхностно-щебенчато-каменистые	13,2
7	Разнотравно-полевицевые, вейниково-полевицевые	Горно-луговые черноземовидные рыхлодернинные суглинистые	7,2
8	Злаково-разнотравные с низкой осокой	Горно-луговые черноземовидные рыхлодернинные суглинистые	6,6
9	Разнотравно-низкоосоковые	Горно-луговые черноземовидные	7,3
Высокогорный пояс			
10	Разнотравно-злаковые	Горно-луговые черноземовидные глееватые тяжелосуглинистые	10,6
11	Разнотравно-злаковые лугово-овсяницевого (эталонный участок)	Горно-луговые черноземовидные рыхлодернинные тяжелосуглинистые	15,4

Злаково-бурьянисто-разнотравная модификация пастбищ отмечена на плато и пологих склонах северной экспозиции. Участок сильно сбит. На УП-3 произрастают *Deschampsia cespitosa*, *Poa pratensis*, *Alchemilla xanthochlora*, *Ranunculus polyanthemos* и *R. montanus*. Обильны ядовитые, вредные и сорные травы – *Veratrum lobelianum*, *Cirsium obvallatum*, *Rumex confertus*, *Ranunculus montanus*, *Urtica dioica*. Общее проективное покрытие 55-60%. Высота травостоя 50-60 см.

Послелесные остепненные разнотравно-злаковые пастбища представлены разнотравно-луговоовсяницевым и разнотравно-

злаковым типами. Разнотравно-луговоовсяницевый тип пастбищ встречается на пологом склоне северо-восточной экспозиции. Основу травостоя УП-4 составляют *Festuca pratensis*, *Agrostis planifolia*, *Alchemilla xanthochlora*, *Leontodon hispidus*, *Carum carvi*, *Cirsium obvallatum*. В нижней части склона обильна *Veratrum lobelianum*. Проективное покрытие 85-90%. Высота травостоя 10-30 см.

Разнотравно-злаковый тип пастбищ отмечен на пологих склонах северной, северо-западной экспозиций и крутых склонах восточной экспозиции. Доминантами на УП-5 выступают *Agrostis planifolia*, *Bromopsis*

*variegata*, *Phleum phleoides*, *Briza media*, *Festuca ovina*. Второстепенные виды – *Brachypodium pinnatum*, *Poa pratensis*, *Koeleria caucasica*, *Carex pallescens*. Из бобовых наиболее обильны *Trifolium hirtum* и *Lotus causicus*. Из разнотравья отмечены *Filipendula vulgaris*, *Astrantia trifida*, *Achillea millefolium*, *Veratrum lobelianum*. Проективное покрытие 100%, высота травостоя 35–40 см.

В травостое крутосклонного разнотравно-злакового пастбища (УП-6) доминируют *Bromopsis erecta*, *Koeleria luerssenii*, *Helictotrichon pubescens*, *Carex humilis*. Из бобовых в травостое в значительных количествах присутствуют *Anthyllis macrocephala*, *Trifolium ambiguum*, *T. montanum*, *Vicia angustifolia*, *V. varia*. Разнотравье представлено степными (*Galium verum*, *Thymus serpyllum*, *T. marschallianus*) и лугово-степными видами (*Filipendula vulgaris*, *Origanum vulgare*, *Psephellus leucophyllus*, *Salvia verticillata*, *Plantago atrata*). Проективное покрытие 90–95%, высота травостоя 15–40 см.

Злаково-разнотравный тип пастбищ встречается на крутых склонах западной экспозиции. На УП-7 из злаков доминируют *Bromopsis erecta*, *Brachypodium pinnatum*, *Helictotrichon pubescens*, *Briza media*, *Festuca ovina*, содоминантом выступает *Carex humilis*. Из разнотравья наиболее обильны *Astrantia trifida*, *Pyrethrum coccineum*, *Filipendula vulgaris*, *Leontodon hispidus*, *Origanum vulgare*. В небольшом количестве отмечены *Scabiosa bipinnata*, *Potentilla erecta*, *Anthemis melanoloma*, *Geranium sanguineum*, *Ranunculus causicus*. Бобовые представлены *Trifolium ambiguum*, *T. montanum*, *T. hirtum*, *Onobrychis biebersteinii*, *Vicia angustifolia*, *Lotus causicus*. Проективное покрытие 85%, в том числе бобовых – 10%, высота травостоя 15–40 см.

Злаково-разнотравно-низкоосоковый и разнотравно-низкоосоковый типы пастбищ встречаются на крутых и пологих склонах южной, юго-восточной экспозиции. Сухость местообитания обусловлена стоком атмосферных осадков со склонов. Доминантами в травостое пологих склонов (УП-8) выступают *Carex humilis*, *Festuca pratensis*, *Bromopsis erecta*, *Origanum vulgare*, *Alchemilla xanthochlora*, *Trifolium ambiguum*. На крутых

склонах в травостое доминируют злаки (*Bromopsis erecta*, *Koeleria luerssenii*, *Festuca ovina*) и разнотравье (*Psephellus leucophyllus*, *Plantago atrata*, *Thymus nummularius*). Из бобовых отмечены *Anthyllis macrocephala* и *Lotus causicus*. Проективное покрытие 70–80%, высота травостоя 15–30 см. Отмечена засорённость (более 3%) ядовитым *Euphorbia iberica*.

Растительность субальпийского пояса представлена мезофильными и остепненными разнотравно-злаковыми пастбищами на пологих склонах северной и северо-восточной экспозиции. Доминантами мезофильного разнотравно-злакового пастбища (УП-9) являются *Bromopsis erecta*, *Calamagrostis phragmitoides*, *Agrostis planifolia*, *Astrantia trifida*, *Betonica macrantha*, *Inula orientalis*, *Alchemilla xanthochlora*, *Veratrum lobelianum*. Сопутствующими видами являются *Myosotis alpestris*, *Anemonastrum fasciculatum*, *Trollius ranunculinus*, *Carex tristis*, *C. pallescens*. Значительное участие в сложении травостоя принимают бобовые, в частности *Trifolium ambiguum* и *T. hirtum*. Проективное покрытие 90%, высота травостоя 45–50 см.

В травостое остепненного разнотравно-злакового типа (УП-10) доминируют *Bromopsis erecta*, *V. variegata*, *Koeleria caucasica*, *Agrostis planifolia*. Второстепенными видами являются *Festuca ovina*, *Carex humilis* и *C. tristis*. Единично встречается *Festuca woronowii*. Бобовые представлены *Trifolium montanum*, *T. ambiguum*, *T. hirtum* и *Vicia angustifolia*. Из разнотравья наиболее обильны *Betonica macrantha*, *Lomelosia caucasica*, *Inula orientalis*, *Leontodon hispidus*, *Astrantia trifida*. В ложбинах отмечена *Veratrum lobelianum* (около 4% проективного покрытия). На выходах горных пород единично встречаются *Sedum acre*, *Thymus marschallianus*, *Festuca valesiaca*. Проективное покрытие достигает 100%, высота травостоя 50 см.

В среднем ежегодные запасы пастбищных кормов составляют 11,53 тыс. ц/га сухой поедаемой массы. Большая часть обследованных Зольских пастбищ (около 70%) характеризуется кормами плохого и среднего качества. При этом по видовому составу и рельефу (склоны с крутизной менее 25°) все пастбища пригодны для выпаса крупного рогатого скота.

На территории Зольских пастбищ сохранились эталонные участки небольшой площади, мало затронутой выпасом растительности на склонах западной, северо-восточной и юго-восточной экспозиции. Здесь произрастают прямокостровые, разно-травно-низкоосоковые и разнотравно-

пестрокостровые ассоциации. Альфа-разнообразие эталонного участка (УП-11) формируют 32 вида. Проективное покрытие 100%, высота травостоя 60-65 см.

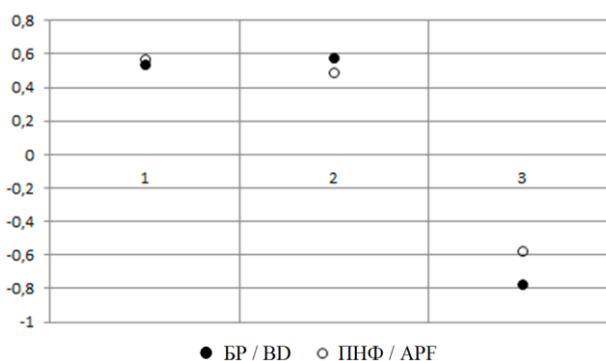
Результаты мониторинга пастбищных фитоценозов Зольских пастбищ представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Результаты мониторинга пастбищных экосистем  
**Table 2.** Monitoring results of pasture ecosystems

УП	Уровень пастбищной дигрессии, баллы	Видовое богатство	Среднее проективное покрытие, %	Средняя высота травостоя, см	Продуктивность надземной фитомассы, кг/м <sup>2</sup>
1	4	18	78	40	0,14
2	2	22	97	50	0,17
3	4	10	58	55	0,10
4	3	8	87	20	0,07
5	4	15	98	38	0,12
6	2	17	93	28	0,14
7	2	22	85	30	0,13
8	4	14	75	20	0,13
9	2	24	90	48	0,11
10	2	21	100	50	0,15
11	1	32	100	63	0,22

Между изученными параметрами выявлены следующие градации корреляционной зависимости: умеренная ( $r=0,3-0,5$ ) между уровнем пастбищной дигрессии и средней высотой травостоя, средним проективным покрытием и продуктивностью надземной фитомассы; средняя ( $r=0,51-0,70$ ) между уровнем пастбищной дигрессии, видовым богатством и продуктивностью надземной фитомассы, а также между видовым богатством, средним проективным покрытием и средней высотой травостоя; высокая ( $r=0,71-0,90$ ) между видовым богатством и продуктивностью надземной фитомассы, средним проективным покрытием и уровнем пастбищной дигрессии. По данным кластерного [10] и корреляционного анализа биологическая продуктивность и биоразнообразие пастбищных экосистем определяются, главным образом, уровнем пастбищной дигрессии (связь сильная отрицательная) (рис. 1).

Бета-разнообразие Зольских пастбищ в целом характеризуется значением  $\beta_w$ , равным 3,63. В сообществах с умеренным уровнем



**Рисунок 1.** Корреляционная связь биоразнообразия (БР) и продуктивности надземной фитомассы (ПНФ) с высотой травостоя (1), проективным покрытием (2) и уровнем пастбищной дигрессии (3)  
**Figure 1.** Correlation of biodiversity (BD) and aboveground phytomass productivity (APF) with herbage height (1), projective cover (2) and pasture digression level (3)

пастбищной дигрессии  $\beta_w$  снижается до 2,72, а со средним и сильным – до 2,40. Бета-разнообразие эталонного участка и фитоценозов с умеренной пастбищной дигрессией

более высокое ( $\beta_w=3,26$ ) по сравнению с аналогичным показателем для фитоценозов с сильной пастбищной дигрессией ( $\beta_w=2,74$ ). Это обусловлено повышением числа общих видов, снижением биоразнообразия и устойчивости растительных сообществ при усилении пастбищной нагрузки независимо от типа фитоценоза, пространственной и почвенной гетерогенности.

В связи с длительностью выпаса и чрезмерной пастбищной нагрузкой в пастбищных экосистемах Зольского района отмечены следующие негативные тенденции: увеличение разнотравья в составе разнотравно-вейниковых и разнотравно-пестрокостровых пастбищ, формирование малопродуктивных вторичных куртин *Alchemilla xanthochlora*, разрушение дерна и обнажение почвы, развитие на освобождаемом субстрате неподаваемых рудеральных растений, замена травостоев с хорошими кормовыми растениями сорной и ядовитой растительностью на плато и пологих склонах северной экспозиции, формирование в местах неумеренного выпаса оползневых и эрозионных ландшафтов.

В этом плане считаем необходимым отметить, что в КБР интенсивной водной эрозии подвержены почвы на площади более 290 тыс. га (23% от общей площади республики), в том числе 99 тыс. га пастбищ. Последствием водной эрозии становятся резкие потери гумуса (ежегодно до 6,1 т/га). За последние 10 лет содержание гумуса в пахотном слое почв Зольского района снизилось с 7,2 до 6,4% [11].

Высокая пастбищная нагрузка на естественные пастбища является мощным деструктивным экологическим фактором, влияющим на популяции ценных кормовых бобовых и злаковых трав, что требует поиска новых подходов, методов и средств повышения эффективности и устойчивости природных кормовых угодий. В районах, подверженных значительному антропогенному давлению, важным условием сохранения биоразнообразия флоры является реализация растениями различных тактик и жизненных стратегий [12]. Популяционная динамика луговых растений обусловлена не только выпасом скота, удобрением и скашиванием, но и неоднородностью ландшафта, фрагментацией среды обитания. Для регионального видového

пула в гетерогенном ландшафте характерно более высокое видовое богатство, вследствие чего он может быть основным источником видového богатства пастбищных фитоценозов в зависимости от способности видов к распространению, их обилия, наличия почвенного банка семян высокой всхожести.

Для оценки видového состава растений лугов необходим интегральный подход, основанный на выявлении связи между способностью растений к расселению и продуктивностью надземной фитомассы, неоднородностью ландшафта и нарушениями, вызванными сельскохозяйственной практикой. Учет этих факторов позволит повысить эффективность агроэкологических схем восстановления или сохранения биоразнообразия пастбищных экосистем [13]. Ключевой задачей рационального использования пастбищных экосистем является поиск экологически и экономически эффективных режимов управления для поддержания экологической функциональности и биоразнообразия растительных сообществ [14]. Поэтому для прогнозирования ботанического, функционального состава и экосистемных услуг пастбищных лугов необходим учет взаимодействия между управленческими, эдафическими и климатическими факторами [15].

Важной мерой восстановления деградированных пастбищных экосистем является нормирование пастбищных нагрузок и соблюдение сроков стравливания [16]. Стравливание пастбищ в летне-осенний период по сравнению с весенне-летним должно быть менее интенсивным и непродолжительным. Это обусловлено формированием мощной корневой системы растениями осенью и обогащением почвы азотом при разложении отросшей травы (осеннее отрастание травы равноценно внесению в почву 60-120 кг/га азота). Режим стравливания в середине лета целесообразен на пастбищах с хорошим отрастанием травы весной [17].

Важными приёмами восстановления пастбищ и предотвращения эрозионных процессов являются фитомелиорация с использованием многолетних трав (*Trifolium*, *Arrhenatherum*), обеспечивающих воссоздание разрушенной дернины, высокую плотность и оптимальный набор ценных растений в травостое [18, 19], кратковременная

изоляция пастбищ от выпаса, позволяющая повысить урожайность травостоя, видовое разнообразие бобового и злакового компонентов и снизить эрозионные процессы [20, 21]. Заповедность исключает практику чисто потребительского отношения к естественным кормовым угодьям. Поэтому применение заповедного режима отдельных участков пастбищ должно определяться производительными способностями растительности, почвенного покрова и состоянием ландшафта в целом. Перечисленные мероприятия лежат в основе экологической интенсификации пастбищного луговодства, предполагающего ландшафтные подходы на основе разумного использования природных функциональных возможностей пастбищных экосистем и потенциала их устойчивости [22].

**Заключение.** По результатам экологического мониторинга пастбищных экосистем Зольского района КБР установлено значительное флористическое разнообразие, обусловленное гетерогенностью эдафических и орографических факторов. Флора пастбищ представлена послелесными влажными осоково-щучковыми, мезофильными вейниково-полевищевыми, злаково-разнотравными, разнотравно-злаковыми мезофильными и субальпийскими лугами, низкоосоковыми луговыми степями. Их урожайность в среднем за пастбищный период варьирует от 7,2 до

16,6 ц/га сухой поедаемой массы. По данным мониторинга около половины обследованных фитоценозов подвергаются умеренной и сильной пастбищной дигрессии. Размах варьирования видового богатства составляет от 8 до 32 видов, проективного покрытия – от 58 до 100%, высоты травостоя – от 20 до 63 см, а продуктивности надземной фитомассы – от 0,07 до 0,22 кг/м<sup>2</sup>. По данным корреляционного анализа биологическая продуктивность и биоразнообразие пастбищных экосистем определяются, главным образом, уровнем пастбищной дигрессии (связь сильная отрицательная). Негативной тенденцией, обусловленной чрезмерной пастбищной нагрузкой, является формирование малопродуктивных вторичных растительных сообществ непоедаемых, ядовитых и сорных трав, разрушение дёрна и обнажение почвы, снижение биоразнообразия. Для восстановления деградированных пастбищных экосистем перспективна экологическая интенсификация, предусматривающая нормирование пастбищных нагрузок, соблюдение сроков стравливания, фитомелиорацию с использованием многолетних трав, кратковременную изоляцию пастбищ от выпаса. Это позволит предотвратить эрозионные процессы, повысить биоразнообразие, урожайность, кормовую ценность травостоя и устойчивость пастбищных экосистем.

### Список литературы

1. Зотов А. А., Шамсутдинов Н. З., Хамидов А. А., Шамсутдинов З. Ш., Орловский Н. С. Методы комплексной оценки природных пастбищных экосистем // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15. № 2. С. 39–51.
2. Экосистемные услуги России: прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / ред.-сост. Е. Н. Букварева, Д. Г. Замолодчиков. Москва: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. 148 с.
3. Бембеева О. Г. Результаты геоботанического обследования пастбищных угодий Ханатинского СМО Малодербетовского района // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2018. № 2. С. 9–19.
4. Тютюма Н. В., Булахтина Г. К. Влияние величины нагрузки животных на потенциал самовосстановления растительного покрова аридных пастбищ Северного Прикаспия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3. С. 79–82.
5. Муратчаева П. М.-С. О тенденциях развития пастбищных фитоценозов Терско-Кумской низменности в зависимости от режима использования // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2015. № 65. С. 134–136.
6. Самбуу А. Д., Дапылдай А. Б., Хомушку Н. Г. Оценка антропогенной трансформации степной растительности Тувы методом главных компонент // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 4. № 9. С. 26–31.

7. Тамахина А. Я., Гадиева А. А., Кагермазова А. Ч. Оценка биоразнообразия горных лугов Кабардино-Балкарии // Вестник КрасГАУ. 2013. № 8. С. 112–117.
8. Методика изучения сенокосов и пастбищ / ред. Н. С. Конюшков, Т. А. Работнов, И. А. Цаценкин. Москва: Сельхозиздат, 1972. 288 с.
9. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. Москва: Наука, 1990. 296 с.
10. Tamahina A., Turabov U. Production potential of the Kabardino-Balkarian Republic pasture ecosystems // E3S Web of Conferences. 2021. V. 262. P. 03023. DOI: 10.1051/e3sconf/202126203023.
11. Глушко А. Я., Фролко Д. С. Особенности управления эрозированными земельными ресурсами Юга России // Terra economicus. 2012. Т. 10. № 3. Ч. 2. С. 94–98.
12. Bondarieva L.M., Kyrylchuk K.S., Skliar V.H., Tikhonova O.M., Zhatova H.O., Bashtovyi M.G. Population dynamics of the typical meadow species in the conditions of pasture digression in flooded meadows // Ukrainian Journal of Ecology. 2019. № 2. P. 204–211.
13. Gaujour E., Amiaud B., Mignolet C., Plantureux S. Factors and processes affecting plant biodiversity in permanent grasslands. A review // Agronomy for Sustainable Development. 2012. № 32. P. 133–160. DOI: 10.1007/s13593-011-0015-3.
14. Liira J., Issak M., Jõgar Ü., Mändoja M., Zobel M. Restoration Management of a Floodplain Meadow and Its Cost-Effectiveness - the Results of a 6-Year Experiment // Annales Botanici Fennici. 2009. № 46. P. 397–408. DOI: 10.5735/085.046.0504.
15. Michaud A., Plantureux S., Amiaud B. et al. Identification of the environmental factors which drive the botanical and functional composition of permanent grasslands // The Journal of Agricultural Science. 2012. V. 150. № 2. P. 219–236. DOI: 10.1017/S0021859611000530.
16. Гасанов Г. Н., Усманов Р. З., Магомедов Н. Р. и др. Факторы предотвращения деградации почв и восстановления продуктивности естественных пастбищ в Северо-Западном Прикаспии // Аридные экосистемы. 2013. Т. 19. № 1. С. 53–58.
17. Магомедов К. Г., Камилов Р. К., Кагиров Г. Д. Эффективные приемы использования деградированных присельских пастбищ и выгонов // Научные известия. 2016. № 4. С. 7–14.
18. Сухарев Ю. И., Бородычев В. В., Дедова Э. Б., Сангаджиева С. А. Подбор фитомелиорантов для восстановления деградированных пастбищ // Природообустройство. 2011. № 5. С. 25–31.
19. Магомедов К. Г., Бербекова Н. В. Оптимизация использования природных пастбищ Центральной части Северного Кавказа // Advances in current natural sciences. 2016. № 8. С. 104–109.
20. Зверева Г. К. Постпастбищная демутиация в сообществах Приобской лесостепи // Сибирский экологический журнал. 2009. № 5. С. 657–664.
21. Elesova N. V. Pasture degradation of the Southern Kulunda steppes (Altai Krai) // Ukrainian Journal of Ecology. 2019. № 3. P. 356–359.
22. Tittonell P. Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature // Current Opinion in Environmental Sustainability. 2014. № 8. P. 53–61. DOI: 10.1016/j.cosust.2014.08.006.

## References

1. Zotov A.A., Shamsutdinov N.Z., Khamidov A.A., Shamsutdinov Z.Sh., Orlovsky N.S. Methods of the complex estimation of natural pasture ecosystems. *Arid ecosystems*. 2009;15(2):39–51. (In Russ.)
2. *Ekosistemnyye uslugi Rossii: prototip natsional'nogo doklada. T. 1. Uslugi nazemnykh ekosistem* [Ecosystem Services of Russia: Prototype of the National Report. Vol. 1. Services of Terrestrial Ecosystems]. Ed.-comp. E.N. Bukvareva, D.G. Zamolodchikov. Moscow: Izd-vo Tsentra okhrany dikoy prirody, 2016. 148 p. (In Russ.)
3. Bembeeva O.G. Results of geobotanical survey of pasture lands of Khanatinsky RM of Maloderbetovskiy district. *Vestnik Instituta kompleksnykh issledovaniy aridnykh territoriy*. 2018;(2):9–19. (In Russ.)
4. Tyutyuma N.V., Bulakhtina G.K. Influence of animal load on the potential of self-recovery of the vegetation cover of arid pastures of the Northern Caspian]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye*. 2015;(3):79–82. (In Russ.)
5. Muratchaeva P.M.-S. On the trends in the development of pasture phytocenoses of the Tersko-Kuma lowland depending on the mode of use. *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2015;(65):134–136. (In Russ.)
6. Sambuu A.D., Dapyl dai A.B., Khomushku N.G. Evaluation of the anthropogenic transformation of the steppe vegetation of Tuva by the method of principal components. *Bulletin of Science and Practice*. 2019;4(9):26–31. (In Russ.)

7. Tamakhina A.Ya., Gadieva A.A., Kagermazova A.Ch. Biodiversity assessment of mountain meadows of Kabardino-Balkaria. *Vestnik KrasSAU*. 2013;(8):112-117. (In Russ.)
8. *Metodika izuchenija senokosov i pastbishh* [Methods of studying hayfields and pastures] / Ed. N.S. Stablekov, T.A. Rabotnov, I.A. Tsatsenkin. Moscow: Selkhozizdat, 1972. 288 p. (In Russ.)
9. Zaitsev G.N. *Matematika v jeksperimental'noj botanike* [Mathematics in experimental botany]. Moscow: Nauka, 1990. 296 p. (In Russ.)
10. Tamakhina A., Turabov U. Production potential of the Kabardino-Balkarian Republic pasture ecosystems. *E3S Web of Conferences*. 2021;(262):03023. DOI: 10.1051/e3sconf/202126203023.
11. Glushko A.Ya., Frolko D.S. The management peculiarities of the south Russia erosion land resources. *Terra economicus*. 2012;10(3-2):94-98. (In Russ.)
12. Bondarieva L.M., Kyrylchuk K.S., Skliar V.H., Tikhonova O.M., Zhatova H.O., Bashtovyi M.G. Population dynamics of the typical meadow species in the conditions of pasture digression in flooded meadows. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019;(2):204–211.
13. Gaujour E., Amiaud B., Mignolet C., Plantureux S. Factors and processes affecting plant biodiversity in permanent grasslands. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012;32:133-160. DOI: 10.1007/s13593-011-0015-3.
14. Liira J., Issak M., Jõgar Ü., Mändoja M., Zobel M. Restoration Management of a Floodplain Meadow and Its Cost-Effectiveness – the Results of a 6-Year Experiment. *Annales Botanici Fennici*. 2009;(46):397–408. DOI: 10.5735/085.046.0504.
15. Michaud A., Plantureux S., Amiaud B., et al. Identification of the environmental factors which drive the botanical and functional composition of permanent grasslands. *The Journal of Agricultural Science*. 2012;150(2):219-236. DOI: 10.1017/S0021859611000530.
16. Gasanov G.N., Usmanov R.Z., Magomedov N.R. et al. Prevention of soil degradation and restoration of the productivity of natural pastures in the North-Western Caspian sea region. *Arid Ecosystems*. 2013;19(1):53–58. (In Russ.)
17. Magomedov K.G., Kamilov R.K., Kagirov G.D. Effective methods of using degraded village pastures and pastures. *Nauchnye Izvestiya*. 2016;(4):7-14. (In Russ.)
18. Sukharev Yu.I., Borodychev V.V., Dedova E.B., Sangadzhieva S.A. Selection of phytomeliorants for the restoration of degraded pastures. *Prirodoobusrojstvo*. 2011;(5):25–31. (In Russ.)
19. Magomedov K.G., Berbekova N.V. Optimization of the use of natural pastures in the Central part of the North Caucasus. *Advances in current natural sciences*. 2016;(8):104–109. (In Russ.)
20. Zvereva G.K. Post-pasture demutation in the communities of forest-steppe near the Ob river. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Siberian journal of ecology]. 2009;(5):657–664. (In Russ.)
21. Elesova N.V. Pasture degradation of the Southern Kulunda steppes (Altai Krai). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019;(3):356–359.
22. Tittone P. Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2014;(8):53–61. DOI: 10.1016/j.cosust.2014.08.006.

---

#### Сведения об авторе

**Тамахина Аида Яковлевна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры товароведения, туризма и права, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4714-5835, Author ID: 447846, Scopus ID: 8941932500, Researcher ID Web of Science: HDO-2957-2022

#### Information about the author

**Aida Ya. Tamakhina** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Commodity Research, Tourism and Law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-код: 4714-5835, Author ID: 447846, Scopus ID: 8941932500, Researcher ID: HDO-2957-2022

---

Статья поступила в редакцию 16.02.2023;  
одобрена после рецензирования 02.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.

The article was submitted 16.02.2023;  
approved after reviewing 02.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.

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

Научная статья

УДК 633.853.52:631.524.84

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-25-30

**Сортовая специфичность сои при формировании элементов  
продуктивности и урожая в условиях степной зоны****Диана Борисовна Князева<sup>1</sup>, Борис Музакирович Князев<sup>✉2</sup>**Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030<sup>✉2</sup>konf07@mail.ru

**Аннотация.** В статье проанализированы результаты исследований по вопросам формирования фотосинтетического и симбиотического аппаратов и их деятельности в повышении продуктивности растений сои в зоне недостаточного увлажнения Кабардино-Балкарии, проведенные в 2020-2022 годы. Цель исследований – изучить влияние инокуляции семян на показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности в период вегетации растений сои. Отмечено, что перспективные сорта сои Селекта 302, Олимпия, Вилана и Шама, выращенные в одинаковых почвенно-климатических условиях, имеют разные показатели по всем элементам продуктивности. Выявлены лучшие сорта, характеризующиеся высокими показателями фотосинтетической и симбиотической деятельности, которые, в свою очередь, способствуют повышению продуктивности сои. Сорта сои Селекта 302 и Олимпия характеризуются максимальными значениями (31,9-31,8 тыс. м<sup>2</sup>/га и 3,2-3,1 г/м<sup>2</sup> в сутки соответственно) по показателям: площадь листьев и чистая продуктивность фотосинтеза. У растений сои сорта Вилана и Шама они были ниже и составляли 30,3-30,0 тыс. м<sup>2</sup>/га и 2,8-2,6 г/м<sup>2</sup> в сутки соответственно. Накопление сухого вещества в органах растений также более эффективно проходило у сортов сои Олимпия и Селекта 302, составляя более 4,5 т/га. Симбиотический аппарат этих сортов также характеризовался более высокими показателями. Масса активных клубеньков и фиксированный азот воздуха были больше на 5-8%, чем у других сортов. Обоснованы основные параметры, обеспечивающие повышение показателей структуры урожая. Масса семян одного растения сорта Селекта 302 составила около 8 граммов. За счет эффективной деятельности фотосинтетического и симбиотического аппаратов сорта сои Олимпия и Селекта 302 сформировали более высокий урожай семян (1,88 и 1,94 т/га), чем сорта сои Вилана и Шама (1,71 и 1,67 т/га). Содержание белка в семенах находится на уровне 41-42%, то есть большой разницы между сортами не наблюдалось.

**Ключевые слова:** соя, фотосинтез, симбиоз, клубеньки, биологический азот, урожайность, качество

**Для цитирования.** Князева Д. Б., Князев Б. М. Сортовая специфичность сои при формировании элементов продуктивности и урожая в условиях степной зоны // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 25–30.

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-25-30

Original article

## Varietal specificity of soybeans in the formation of productivity and yield elements in the conditions of the steppe zone

Diana B. Knyazeva<sup>1</sup>, Boris M. Knyazev<sup>✉2</sup>

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

<sup>✉2</sup>konf07@mail.ru

**Abstract.** The article analyzes the results of studies on the formation of photosynthetic and symbiotic apparatuses and their activities in increasing the productivity of soybean plants in the zone of insufficient moisture in Kabardino-Balkaria, carried out in 2020-2022. The purpose of the research is to study the effect of seed inoculation on the indicators of photosynthetic and symbiotic activity during the growing season of soybean plants. It was noted that promising soybean varieties Selecta 302, Olimpia, Vilana and Shama, grown in the same soil and climatic conditions, have different indicators for all elements of productivity. The best varieties were identified, characterized by high rates of photosynthetic and symbiotic activity, which, in turn, contribute to an increase in soybean productivity. Soybean varieties Selecta 302 and Olympia are characterized with maximum values (31.9-31.8 thousand m<sup>2</sup>/ha and 3.2-3.1 g/m<sup>2</sup> per day, respectively) in terms of leaf area and net productivity of photosynthesis. Soybean varieties showed indicators lower and amounted Vilana and Shama, these were to 30.3-30.0 thousand m<sup>2</sup>/ha and 2.8-2.6 g/m<sup>2</sup> per day, respectively. The accumulation of dry matter in plant organs was also more efficient in soybean varieties Olympia and Selecta 302, amounting to more than 4.5 t/ha. The symbiotic apparatus of these varieties was also characterized for the better indicators. The mass of active nodules and fixed air nitrogen were 5-8% higher than in other varieties. The main parameters that provide an increase in the yield structure indicators are substantiated. The mass of seeds of one plant of the variety Selecta 302 was about 8 grams. Due to the effective activity of the photosynthetic and symbiotic apparatus, the soybean varieties Olimpiya and Selecta 302 formed a higher seed yield (1.88 and 1.94 t/ha) than the soybean varieties Vilana and Shama (1.71 and 1.67 t/ha). The protein content in the seeds is at the level of 41-42%, that means, there hasn't been big difference between the varieties.

**Keywords:** soy, photosynthesis, symbiosis, nodules, biological nitrogen, yield, quality

**For citation.** Knyazeva D.B., Knyazev B.M. Varietal specificity of soybeans in the formation of productivity and yield elements in the conditions of the steppe zone. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):25–30. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-25-30

**Введение.** Проблема создания биологического азота была и остается актуальной. Она связана с тем, что при обеспечении растений биологическим азотом существенно снижаются затраты на производство единицы продукции за счет экономии минерального азота, стоимость которого с каждым годом возрастает [1].

Механизм формирования урожая сельскохозяйственных культур можно рассматривать с разных точек зрения. В частности, зависимость урожая от динамики развития целого растения, отдельных его органов или влияние факторов внешней среды. Все эти направления в определенных условиях играют свою

роль. Сюда можно отнести и механизм формирования урожая с точки зрения фотосинтетической продуктивности растений [2, 3].

Ассимиляция растениями углекислоты из воздуха представляет собой основной процесс, который при формировании урожая играет решающую роль. Все остальные факторы – прямые и косвенные, внешние и внутренние, незначительные и определяющие – должны оказывать воздействие через изменения в интенсивности формирования урожая, транспорта, распределения и использования ассимилятов.

Формирование нового органического вещества посевами культурных растений определяется тремя процессами:

- поглощение энергии солнечных лучей посевами;

- эффективное использование поглощенной энергии для формирования сухого вещества в растениях;

- передвижение, распределение и накопление продуктов ассимиляции.

Энергия солнечных лучей поглощается всеми органами растений, причем в большей степени пластинками листьев. Индекс листовой поверхности (ИЛП) показывает способность посевов поглощать солнечную энергию. От него зависят показатели чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) и накопление сухих веществ в органах растений [3, 4].

Немаловажное значение в повышении продуктивности бобовых культур имеет симбиоз растений и клубеньковых бактерий [5]. В оптимальных условиях выращивания сои, когда влажность и температура почвы, ее кислотность (рН) соответствуют нормальному формированию симбиотического аппарата и повышению его эффективности, можно получить высокие урожаи семян сои. Каждый гектаром посева сои в оптимальных условиях растения фиксируют азот атмосферы в пределах 60-80-100 кг/га, то есть растения сами могут удовлетворять потребность в азотном питании [6, 7].

Исходя из вышеизложенного, перед нами была поставлена цель – изучить влияние инокуляции семян на показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности в период вегетации растений сои, от которых зависит величина будущего урожая.

В задачи исследований входило:

1. Изучить влияние условий произрастания сои на формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов.

2. Выявить лучшие сорта сои, характеризующиеся высокими показателями фотосинтетической и симбиотической деятельности растений.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Для решения поставленных задач были использованы как объекты исследования четыре сорта сои – Вилана, Олимпия, Селекта 302 и Шама. Опыты проводили в условиях ООО «Отбор» в Прохладненском районе (степная зона). Инокуляцию семян перед посевом проводили штаммом ризобий 634 (Ризотрофин), после уборки предшест-

венника (озимая пшеница) перед вспашкой внесли в почву двойной суперфосфат из расчета 90 кг д.в. на гектар, так как почва – обыкновенный чернозем, в условиях опыта характеризуется низким содержанием фосфора, а калия – высоким.

Посев производили в конце апреля широкорядным способом (45 см) из расчета 360 тыс. на гектар, повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. В течение вегетации растений проводили фенологические наблюдения и анализы. Определяли фотосинтетическую деятельность по методу А. А. Ничипоровича, симбиотическую – по методу Г. С. Посыпанова.

Предпосевную обработку семян сои ризотрофином (эффективный бактериальный препарат) проводили в теневых условиях в день посева, норма ризотрофина (сыпучий порошок) 200 г на гектарную норму семян. Необходимое количество препарата в день посева разводили в чистой воде из расчета 10 л воды на одну тонну семян.

При определении фотосинтетической деятельности растений сои учитывали площадь листовой поверхности и чистую продуктивность фотосинтеза, а симбиотической деятельности – массу активных клубеньков и фиксированный азот воздуха одного гектара. Полученные данные в результате экспериментальных исследований подвергли математической обработке по Б. Доспехову [8].

**Результаты исследования.** Коэффициент эффективности использования энергии падающих солнечных лучей на растения при фотосинтезе, то есть процесс создания урожая – это показатель, включающий данные об эффективности солнечной энергии в период роста и развития растений. Основными показателями, определяющими эффективность фотосинтетической деятельности, являются площадь листьев, ЧПФ и накопление сухого вещества [3, 9]. С учетом особенностей каждого сорта сои, формирование листьев, бобов и семян, а также масса семян одного растения и масса тысячи семян выражены разными показателями.

Чтобы реализовать потенциальную продуктивность сои, необходимо создать растениям оптимальные условия в течение всей вегетации. Если эти условия не соблюдены, особенно для зоны недостаточного увлажне-

ния, то недобор семян может составить не менее 10-15%. К основным причинам такого снижения урожая относятся: потери в процессе формирования элементов продуктивности; недостаточное использование посевом фотосинтетически активной радиации в течение вегетации; отсутствие количественной и временной корреляции в использовании радиации и внешних факторов (влаги, питательных веществ и приемов технологии); недостаточное формирование активных клубеньков на корнях растений, низкий уровень фиксации азота воздуха.

В настоящее время необходимо также учитывать, что посевы сельскохозяйственных культур не только получают солнечную

энергию, но и расходуют ее. Соотношение между энергией, затраченной в процессе создания урожая и полученной в результате формирования урожая (семена), составляет в среднем один к пяти. Следовательно, соя с энергетической точки зрения – это перспективная культура, и в будущем ее способность накапливать энергию надо развивать путем совершенствования и внедрения в производство новых сортов.

Исследования, проведенные с четырьмя сортами сои в зоне недостаточного увлажнения, показали, что фотосинтетическая и симбиотическая деятельность растений этих сортов характеризуется по-разному (табл. 1).

**Таблица 1.** Влияние сортовых особенностей сои на формирование симбиотического и фотосинтетического аппаратов и их деятельности (2020-2022 гг.)

**Table 1.** Influence of varietal characteristics of soybean on the formation symbiotic and photosynthetic apparatuses and their activities (2020-2022)

Сорта сои	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> в сутки	Сухие вещества, т/га	Масса актив. клубеньков, кг/га	Фиксированный азот воздуха, кг/га	Масса зерна, г/раст.	Урожайность, т/га	Содержание белка, %
Вилана	30,3	2,8	4,1	60,3	47,8	6,3	1,71	41
Олимпия	31,8	3,1	4,6	63,4	50,1	7,5	1,88	42
Селекта 302	31,9	3,2	4,8	63,7	50,4	7,8	1,94	42
Шама	30,0	2,6	4,3	59,8	46,1	6,1	1,67	41
НСР <sub>05</sub>	-	-	-	-	-	-	0,18	-

Данные таблицы показывают, что показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности изучаемых сортов характеризуются по-разному. Сорта Олимпия и Селекта 302 выделяются в лучшую сторону относительно других сортов сои. Площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза и накопление сухого вещества характеризуются более высокими показателями. Площадь листьев и чистая продуктивность фотосинтеза этих сортов равны, соответственно, 31,8-31,9 тыс. м<sup>2</sup>/га и 3,1-3,2 г/м<sup>2</sup> в сутки, а у сортов Вилана и Шама – 30,3-30,0 тыс. м<sup>2</sup>/га и 2,8-2,6 г/м<sup>2</sup> в сутки соответственно. Накопление сухого вещества в органах растения также более эффективно проходило у сортов сои Олимпия и Селекта 302, составляя более 4,5 т/га.

Для сои, как бобовой культуры, очень важно прохождение симбиотического процесса в период вегетации растений. Формирование клубеньков на корнях растений началось в основном ближе к 20 дню после всходов. Анализы показали, что наибольшее количество клубеньков зафиксировано в фазе налива семян. Масса активных клубеньков в этот период составила 63,4-63,7 кг/га (сорта Олимпия и Селекта 302). Фиксированный азот воздуха у этих сортов составил более 50 кг/га. Следует отметить, что в годы при лучшей влагообеспеченности почвы эти сорта имели более высокие показатели. Это подтверждает то, что для формирования симбиотического аппарата и повышения его деятельности определяющую роль играет влажность почвы.

Продуктивность сои зависит от массы семян одного растения и количества растений на единицу площади. Результаты наших исследований показали, что растения сорта Олимпия и Селекта 302 формируют семена массой 7,5-7,8 г, а другие сорта – 6,1-6,3 г. Естественно, что величина урожая семян этих сортов выше и составляет 1,88-1,94 т/га, остальные сорта – в пределах 1,67-1,71 т/га. Содержание белка в семенах находится на уровне 41-42%, то есть большой разницы между сортами не наблюдалось.

**Выводы.** В условиях степной зоны (зона недостаточного увлажнения) наиболее адаптированными являются сорта Олимпия и Селекта 302, которые формируют высокие урожаи за счет эффективной деятельности фотосинтетического и симбиотического аппаратов. Формирование активных клубеньков на корнях растений обеспечивало фиксацию азота атмосферы до 50 кг на гектар, тем самым растения переходили в симбиотрофный тип питания азотом, сэкономив 60-80 кг минерального азота, что способствует существенному снижению себестоимости производства семян сои.

### Список литературы

1. Русаков В. В., Синеговская В. Т. Биологический азот и его роль в формировании урожая семян сои // Интенсификация земледелия и растениеводства Дальнего Востока. Новосибирск, 1988. С. 60–66.
2. Князева Д. Б., Князев Б. М. Симбиотическая активность и продуктивность сои в зависимости от применения фосфорных удобрений // Труды Кубанского ГАУ. 2021. № 93. С. 127–130.
3. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений. Москва: АНССР, 1983. С. 35–40.
4. Князева Д. Б., Князев Б. М. Эффективность применения регуляторов роста растений на посевах сои в зоне недостаточного увлажнения // Труды Кубанского ГАУ. 2020. № 86. С. 59–63.
5. Фарниев А. Т. Азотфиксация и белковая продуктивность бобовых культур в РСО-Алания // Биологический азот: сборник научных статей / под ред. Г. С. Посыпанова. Москва, 2006. С. 61–67.
6. Посыпанов Г. С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка: монография. Москва: Инфра-М, 2015. 251 с.
7. Князев Б. М., Князева Д. Б. Источники азота в период формирования бобов и семян // Труды Кубанского ГАУ, 2021. № 90. С. 59–63.
8. Доспехов Б. М. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. С. 200–350.
9. Барчукова И. П., Чернышова Н. В., Туриченко А. Н. Влияние препарата Мелофен на ростовые процессы и фотосинтетическую деятельность растений сои // Труды Кубанского ГАУ. 2016. № 62. С. 61–67.

### References

1. Rusakov V.V., Sinegovskaya V.T. *Biologicheskii azot i yego rol' v formirovanii urozhaya semyan soi* [Biological nitrogen and its role in the formation of soybean seed yield]. *Intensifikatsiya zemledeliya i rasteniyevodstva Dal'nego Vostoka* [Intensification of agriculture and plant growing of the Far East]. Novosibirsk, 1988. Pp. 60–66. (In Russ.)
2. Knyazeva D.B., Knyazev B.M. Symbiotic activity and productivity of soybeans depending on the use of phosphorus fertilizers. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2021;(93):127–130. (In Russ.)
3. Nichiporovich A.A. *O putyah povysheniya produktivnosti fotosinteza rastenij* [On ways to increase the productivity of plant photosynthesis]. Moscow: AN SSSR, 1983. Pp. 50–90. (In Russ.)
4. Knyazev B.M., Knyazeva D.B. Efficiency of using plant growth regulators on soybean crops in the zone of insufficient humidification of Kabardino-Balkaria. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2020;(86):59–63. (In Russ.)
5. Farniev A.T. Nitrogen fixation and protein productivity of legumes in North Ossetia-Alania. *Biologicheskii azot* [Biological nitrogen]: *sbornik nauchnykh statey*. Ed. G.S. Posypanov. Moscow, 2006. Pp. 61–67. (In Russ.)
6. Posypanov G.S. *Biologicheskii azot. Problemy ekologii i rastitel'nogo belka* [biological nitrogen [Problems of ecology and vegetable protein]: monograph. Moscow: Infra-M, 2015. 251 p.

7. Knyazev B.M., Knyazeva D.B. Sources of nitrogen during the formation of soybeans and seeds. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2021;(90):59–63. (In Russ.)

8. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opy`ta* [Methods of field experience]. Moscow: Kolos, 1985. 350 p. (In Russ.)

9. Barchukova A.Ya., Chernisheva N.V., Turichenco A.N. Melaphen preparation influence on growth processes and soya photosynthesis. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University]. 2016;5(62):61–67. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Князева Диана Борисовна** – аспирант агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

**Князев Борис Музакирович** – 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», Author ID: 759117

#### Information about the authors

**Diana B. Knyazeva** – Postgraduate student of the Faculty of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

**Boris M. Knyazev** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 759117

---

**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 02.02.2023;  
одобрена после рецензирования 20.02.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 02.02.2023;  
approved after reviewing 20.02.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 633.854.78(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-31-37

**Формирование урожая семян подсолнечника в зависимости  
от условий выращивания в различных зонах  
Кабардино-Балкарской Республики**

**Юрий Мухамедович Шогенов<sup>✉1</sup>, Алий Леонидович Бозиев<sup>2</sup>**

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

<sup>✉1</sup>yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

<sup>2</sup>boziev\_alim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7615-292X>

**Аннотация.** В статье проанализированы результаты исследований по изучению гибридов подсолнечника в условиях вертикальной зональности Кабардино-Балкарии. Полевые опыты закладывались в течение 2020-2022 гг. в почвенно-климатических условиях степной, предгорной и горной зон. Дана агрономическая оценка возделывания гибридов подсолнечника в различных почвенно-климатических условиях Кабардино-Балкарии. Выявлены наиболее адаптивные и продуктивные гибриды подсолнечника. Vegetационный период исследуемых гибридов составил 124-134 дня, полевая всхожесть варьировала в пределах от 91,5 до 94,1%. В условиях степной зоны лидером по урожайности семян является гибрид Санмарин 421 – 29,6 ц/га, с отклонением от стандарта 9,2 ц/га, Мастер – 26,7 ц/га, с отклонением 6,3 ц/га и Кубанский 931 – 25,8 ц/га, с отклонением 5,4 ц/га. В предгорной зоне наибольшую урожайность показали гибриды: Санмарин 421 – 31,7 ц/га, с отклонением от стандарта 7,9 ц/га, Кубанский 931 – 29,6 ц/га, с отклонением от стандарта 5,8 ц/га и Мастер – 26,5 ц/га, с отклонением от стандарта 2,7 ц/га. В горной зоне гибриды: Лакомка – 26,0 ц/га, с отклонением от стандарта 4,4 ц/га и Донской 22 – 26,20 ц/га, с отклонением от стандарта 4,6 ц/га. Масличность гибридов подсолнечника варьирует в пределах 43-54%. Наибольшим содержанием масла (53-54%) отличаются гибриды Родник, Мастер и Флагман, а наименьшее содержание выявлено у гибрида Лакомка (43-46%).

**Ключевые слова:** подсолнечник, гибриды, полевая всхожесть, изреживаемость посевов, урожайность, масличность, уровень рентабельности, технология возделывания подсолнечника

**Для цитирования.** Шогенов Ю. М., Бозиев А. Л. Формирование урожая семян подсолнечника в зависимости от условий выращивания в различных зонах Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 31–37. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-31-37

Original article

**Formation of the crop of sunflower seeds depending on the growing  
conditions in various zones of the Kabardino-Balkarian Republic**

**Yuri M. Shogenov<sup>✉1</sup>, Aliy L. Boziev<sup>2</sup>**

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

<sup>✉1</sup>yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

<sup>2</sup>boziev\_alim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7615-292X>

**Abstract.** The article analyzes the results of studies on the study of sunflower hybrids in the conditions of vertical zonality of Kabardino-Balkaria. Field experiments were laid during 2020-2022. in the soil and climatic conditions of the steppe, foothill and mountain zones. An agronomic assessment of the cultivation of sunflower hybrids in various soil and climatic conditions of Kabardino-Balkaria is given. The most adaptive and productive sunflower hybrids have been identified. The vegetation period of the studied hybrids was 124-134 days, field germination varied from 91.5 to 94.1%. In the conditions of the steppe zone, the leader in seed yield is the Sanmarin 421 hybrid – 29.6 c/ha, with a deviation from the standard of 9.2 c/ha, Master – 26.7 c/ha, with a deviation of 6.3 c/ha and Kuban 931 – 25.8 c/ha, with a deviation of 5.4 c/ha. In the foothill zone, the hybrids showed the highest yield: Sanmarine 421 – 31.7 c/ha, with a deviation from the standard of 7.9 c/ha, Kuban 931 – 29.6 c/ha, with a deviation from the standard of 5.8 c/ha and Master – 26.5 c/ha, with a deviation from the standard of 2.7 c/ha. In the mountain zone, hybrids: Lakomka – 26.0 c/ha, with a deviation from the standard of 4.4 c/ha, and Donskoy 22 – 26.20 c/ha, with a deviation from the standard of 4.6 c/ha. The oil content of sunflower hybrids varies within 43-54%. The highest oil content (53-54%) is found in the hybrids Rodnik, Master and Flagman, and the lowest content was found in the Lakomka hybrid (43-46%).

**Keywords:** sunflower, hybrids, field germination, crop thinning, yield, oil content, profitability level, sunflower cultivation technology

**For citation.** Shogenov Yu.M., Boziev A.L. Formation of the crop of sunflower seeds depending on the growing conditions in various zones of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):31–37. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-31-37

**Введение.** Исторически так сложилось, что подсолнечник занимает лидирующее место среди масличных культур в России. Подсолнечник является основным сырьем для получения растительного масла и наиболее экономически прибыльной культурой, что в свою очередь усиливает экономические возможности современных агрохолдингов [1].

Необходимо отметить, что подсолнечник служит прекрасным источником сырья для различных производств: масложировой, пищевой, химической, фармацевтической, лакокрасочной и т. д. Семянки подсолнечника богаты жирами (50-55%) и белками (20-25%). Растительное масло из подсолнечника практически не уступает оливковому по своим питательным свойствам. Ценность подсолнечного масла заключается в содержании полиненасыщенных жирных кислот, витаминов (А, Д, Е) и других биологически активных веществ, необходимых для жизнедеятельности человеческого организма. Продукты переработки используются в качестве дополнительного источника корма для животных. Подсолнечник – хороший медонос, в период цветения дает 20-30 кг меда с гектара [2, 3].

На заседании Правительства РФ в рамках реализации федерального проекта «Экспорт продукции АПК» принято распоряжение Правительства Российской Федерации от 13

октября 2022 года №2988-р, в котором оно поддержало предложение Минсельхоза России о выделении в 2022 году 4,8 млрд рублей на стимулирование производства не менее 1,7 млн тонн масличных культур (сои, рапса, подсолнечника и льна).

Средства, выделенные в рамках федерального проекта «Экспорт продукции АПК», планируется распределить 43 регионам, объем выделенных средств для Кабардино-Балкарской Республики составил 21335,9 тыс. рублей. Принятое решение позволит аграриям сохранить рентабельность производства, смягчить последствия логистических ограничений, а также подготовиться к следующему сезону в части закупки районированных семян и удобрений<sup>1</sup>.

**Цель исследования** – изучить особенности формирования урожая семян подсолнечника в зависимости от условий выращивания в различных зонах Кабардино-Балкарской Республики.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследование проводилось в течение 2020-2022 гг. в условиях горной, степной и

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 октября 2022 № 2988-р. URL: <http://government.ru/docs/46775/>

предгорной зон. Объектом исследования являлись сорта подсолнечника Родник, Лакомка, Березанский, Флагман, Мастер, Донской-22, Донской 14/48, Санмарин 421, Кубанский 931.

В предгорной зоне опыты закладывались на участке учебно-производственного комплекса ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова». Почва опытного участка представлена выщелоченным черноземом с содержанием: физической глины – 57,2%, общего азота – 0,28%, подвижного фосфора – 16,3-18,8 мг/100 г почвы и обменного калия – 16-18 мг/100 г почвы (по Чирикову Ф. В.) [4].

В степной зоне климат очень теплый, умеренно-континентальный. Сумма температур за период активной вегетации растений составляет 3000-3400°C, увлажнение умеренное, и гидротермический коэффициент лежит в пределах 0,9-1,2. За вегетационный период выпадает около 315-350 миллиметров, а за год 435-480 миллиметров. Зональными почвами являются черноземы обыкновенные и южные.

Предгорная зона. Климат умеренно теплый. Сумма температур за вегетационный период составляет 2800-3200°C. Увлажнение хорошее с гидротермическим коэффициентом 1,2-2,0. Среднее годовое количество осадков составляет 553-600 мм. Засухи здесь имеют меньшую повторяемость, чем в степной зоне республики. Почвенный покров предгорной лесостепи образуют черноземы типичные и выщелоченные, серые и темно-серые лесные почвы.

Горная зона. Климат умеренно теплый. Сумма температур за вегетационный период колеблется в пределах 2300-2800°C, увлажнение избыточно, гидротермический коэффициент составляет 1,5-2,0, среднее годовое количество осадков 600-750 мм. Почвенный покров образуют горные черноземы выщелоченные [4].

Метеорологические условия в годы исследований были благоприятными, количество осадков – достаточным для хорошей вегетации растений подсолнечника, а температура не превышала средних многолетних данных.

В опыте площадь учетного участка составила 100 кв. м. Повторение четырехкратное, расположение случайное [5]. В опыте ис-

пользовались минеральные удобрения: аммиачная селитра (34% азота), гранулированный суперфосфат (20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калийная соль (40% K<sub>2</sub>O). Удобрения вносили осенью, перед вспашкой.

Предшественником подсолнечника является озимая пшеница, после ее уборки проводилась дисковая стерневая вспашка с последующей осенней вспашкой на глубину 28-30 см. Весной, в начале физического созревания почвы, проводилось боронование. В дальнейшем предпосевную культивацию проводили до глубины посева и с нормой высева 70 000 семян/га, на глубину 6-7 см. Ширина междурядий – 70 см (+/-5 см). Посев проходил в 2020 году – 3 дек. апреля, в 2021 году – 1 дек. мая, а в 2022 году – 3 дек. апреля. Агроценоз подсолнечника обрабатывали гербицидом Евролайтинг в количестве 1,2 л/га в фазе двух пар настоящих листьев. Подсолнечник убирали при влажности семян 10-12%, т. е. в начале технического созревания семян. Урожайные данные обрабатывали методом математического анализа [6].

**Результаты исследования.** Анализ фенологических данных показал, что вегетационный период гибридов подсолнечника за три года исследований составил 124-134 дней. Следует отметить, что в 2020 году гибрид Родник характеризовался более коротким вегетационным периодом – 124 дня (табл. 1).

У исследуемых гибридов продолжительность фазы от бутонизации до цветения составляла от 19 до 21 дня. Самый короткий межфазный период от бутонизации до цветения в 19 дней отмечен у следующих гибридов: Флагман, Мастер, Донской-22 и Донской 14/48, а самый длинный межфазный период в 21 день – у гибрида Березанский. Период между фазой цветения и хозяйственной спелостью подсолнечника характеризуется наиболее продолжительным периодом, от 53 до 58 дней. Наиболее коротким межфазным периодом обладали следующие гибриды: Родник – 53 дня, самый продолжительный период у гибрида Кубанский 931 – 58 дней, у остальных исследованных гибридов подсолнечника этот период варьировал от 55 до 57 дней.

Наши исследования полевой всхожести (табл. 2) показали, что средний процент полевой всхожести за весь период колебался от 91,5 до 94,1%.

**Таблица 1.** Продолжительность межфазных периодов растений гибридов подсолнечника  
**Table 1.** Duration of interphase periods of plants of sunflower hybrids

Гибриды подсолнечника	Продолжительность межфазных периодов (дней)						
	Посев – всходы	Всходы – 1 пара листьев	1 пара листьев – 7 пара листьев	7 пара листьев – бутони- зация	Бутони- зация – цветение	Цветение – хозяйст- венная спелость	Всходы – хозяйст- венная спелость
Родник-St	11	7	32	1	19	53	124
Лакомка	10	7	35	1	20	55	128
Березанский	10	7	36	1	21	56	130
Флагман	11	6	32	1	18	57	126
Мастер	10	7	35	1	18	56	127
Донской-22	10	7	35	1	18	56	127
Донской 14/48	10	6	32	1	18	57	125
Санмарин 421	10	7	38	1	20	57	133
Кубанский 931	10	7	38	1	20	58	134

**Таблица 2.** Полнота всходов и процент сохранившихся к уборке растений  
**Table 2.** Completeness of seedlings and percentage of plants preserved for harvest

Гибриды подсолнечника	Вегетационный период, дней	Всхожесть, %		Густота стояния растений, тыс. шт/га		Изреженность, %
		лабораторная	полевая	в фазу всходов	перед уборкой	
Родник-St	124	98,3	91,9	59,2	58,3	1,7
Лакомка	128	98,2	93,0	60,2	57,1	5,3
Березанский	130	99,3	92,7	59,8	57,7	3,7
Флагман	126	98,2	94,1	60,7	58,5	3,9
Мастер	127	98,7	91,5	59,0	57,8	2,1
Донской-22	127	99,3	92,0	59,3	57,8	2,7
Донской 14/48	125	98,3	93,3	60,2	58,7	2,5
Санмарин 421	133	99,0	91,8	59,2	57,7	2,6
Кубанский 931	134	98,4	91,5	59,0	57,3	2,9

Наименьшая полевая всхожесть была у гибрида Мастер (91,5%) и Кубанский 931 (91,5%), наибольшая полевая всхожесть у гибрида Флагман – 94,1%, у остальных гибридов полевая всхожесть была в пределах от 91,8 до 93,3%.

Сравнение плотности посадки растений подсолнечника в фазе всходов и перед уборкой показало, что наименьшая изреживаемость была у стандарта Родник – 1,7%, а максимальная достигала 5,3-3,9% у Лакомки, Березанского и Флагмана, у остальных гибридов была в пределах 2,1-2,9% (табл. 2).

Изучение морфологических признаков гибридов подсолнечника в фазах цветения и хозяйственной спелости проводили по следующим показателям: диаметр корзинки, масса

семян с одной корзинки, количество семян в одной корзинке, масса 1000 семян (табл. 3).

Наши исследования показали, что средняя максимальная масса семян с одной корзинки составила 56,8 г у гибрида Донской – 14/48 и 57,0 г у гибрида Мастер, у остальных исследуемых гибридов подсолнечника масса семян с одной корзинки варьировала в пределах от 55,5 до 56,4 грамм.

Анализ данных, приведенных в таблице 4, показал, что в степной зоне лидером по урожайности семян был гибрид Санмарин 421 – 29,6 ц/га, где отклонение от стандарта составило 9,2 ц/га, после него Мастер – 26,7 ц/га, с отклонением в 6,3 ц/га и затем Кубанский 931 – 25,8 ц/га с отклонением 5,4 ц/га (табл. 4).

Таблица 3. Динамика роста корзинки и анализ семян подсолнечника

Table 3. Head growth dynamics and analysis of sunflower seeds

Гибриды подсолнечника	Диаметр корзинки, см				Масса семян с одной корзинки, г	Количество семян в одной корзинке, шт.			Масса 1000 семян, г
	конец бутонизации	начало цветения	середина цветения	конец цветения		всего, шт.	наполненных, шт.	ненаполненных (пустых), шт.	
Лакомка	8,6	11,5	15,1	20,2	56,0	907,0	864,1	42,9	62,7
Березанский	8,7	11,9	15,0	20,7	56,3	914,1	862,8	50,8	62,6
Флагман	8,7	12,7	15,5	21,3	56,4	916,5	870,2	46,3	62,6
Мастер	8,7	12,1	15,3	21,2	57,0	918,6	873,9	44,7	63,1
Донской-22	8,7	12,1	15,2	21,0	56,2	919,6	872,9	46,7	62,1
Донской 14/48	8,5	11,3	14,9	20,6	56,8	916,1	868,4	47,7	63,0
Санмарин 421	8,9	12,3	15,0	20,8	55,9	901,6	853,6	48,0	63,0
Кубанский 931	8,8	12,0	14,9	21,2	55,5	912,8	872,9	39,9	61,8

Таблица 4. Урожайность и качество семян гибридов подсолнечника

Table 4. Productivity and quality of seeds of sunflower hybrids

Сорта и гибриды	Зона возделывания	Масличность, %	Урожайность семян, ц/га				Отклонение от стандарта		
			2020	2021	2022	среднее	ст. зона	предг. зона	гор. зона
Родник-St	Степная	52	17,0	23,0	21,1	20,4	–		
	Предгорная	53	19,0	28,0	24,3	23,8		–	
	Горная	50	19,0	23,0	22,9	21,6			–
Лакомка	Степная	45	21,0	26,0	25,4	24,1	3,7		
	Предгорная	46	23,0	28,0	27,7	26,2		2,4	
	Горная	43	22,0	29,0	27,1	26,0			4,4
Березанский	Степная	51	20,0	26,0	24,6	23,5	3,1		
	Предгорная	52	22,0	29,0	27,1	26,0		2,2	
	Горная	50	17,0	25,0	21,7	21,2			-0,4
Флагман	Степная	54	20,0	28,0	25,1	24,4	4,0		
	Предгорная	53	22,0	29,0	27,1	26,0		2,2	
Мастер	Степная	53	23,0	29,0	28,0	26,7	6,3		
	Предгорная	53	22,0	30,0	27,4	26,5		2,7	
Донской-22	Степная	52	21,0	27,0	25,7	24,6	4,2		
	Предгорная	52	22,0	28,0	26,9	25,6		1,8	
	Горная	51	23,0	28,0	27,7	26,2			4,6
Донской 14/48	Степная	51	20,0	29,0	25,4	24,8	4,4		
	Предгорная	51	21,0	32,0	27,1	26,7		2,9	
Кубанский 931	Степная	49	23,0	27,0	27,4	25,8	5,4		
	Предгорная	51	27,0	30,0	31,7	29,6		5,8	
Санмарин 421	Степная	51	25,0	33,0	30,9	29,6	9,2		
	Предгорная	52	27,0	35,0	33,1	31,7		7,9	

*НСР<sub>0,5</sub> (ц/га)*

1,1    1,25    1,3

*Ошибка опыта (%)*

2,1    2,2    2,3

За время проведения исследований наибольшую урожайность по предгорной зоне показали следующие гибриды: Санмарин 421 – 31,7 ц/га, с отклонением от стандарта 7,9 ц/га, Кубанский 931 – 29,6 ц/га, с отклонением от стандарта 5,8 ц/га и Мастер –

26,5 ц/га, с отклонением от стандарта 2,7 ц/га.

В горной зоне можно выделить гибриды: Лакомка – 26,0 ц/га, с отклонением от стандарта 4,4 ц/га и Донской 22 – 26,20 ц/га с отклонением от стандарта 4,6 ц/га.

Основным продуктом, получаемым из подсолнечника, является растительное масло, качество которого зависит от масличности семян [7–9]. У исследуемых в опыте гибридов подсолнечника масличность колебалась в пределах 43–54%.

Средняя масличность гибридов подсолнечника за годы исследований составила 49,9–50,5%. Следует отметить, что гибриды Родник, Мастер и Флагман отличились наибольшим содержанием масла – 50,5%. В ходе проведенных исследований установлено,

что наименьшее содержание масла выявлено у гибрида Лакомка – 43–46%.

**Выводы.** В ходе проведенных исследований нами выделены следующие сорта и гибриды, проявившие себя наиболее адаптированными и продуктивными в условиях степной зоны Кабардино-Балкарской Республики: Санмарин 421, Мастер, Кубанский 931 с урожайностью семян 25,8–29,6 ц/га; для предгорной зоны: Санмарин 421, Кубанский 931 – 29,6–31,7 ц/га; горной зоны: Донской 22 и Лакомка – 26,0–26,2 ц/га.

### Список литературы

1. Езиев М. И., Жерукова С. Б. Особенности возделывания подсолнечника в условиях КБР // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), посвященной 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ».* Адыгейский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Майкоп, 2021. С. 241–245.
2. Балов В. К. Продуктивность подсолнечника в зависимости от качества семян // *Земледелие.* 2003. № 4. С. 20.
3. Бербеков К. З., Кишев А. Ю., Шибзухов З.-Г. С. Особенности возделывания подсолнечника при применении регуляторов роста в условиях КБР // *Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России: сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием).* Майкоп, 2019. С. 99–102.
4. Кумахов В. И. Почвы Центрального Кавказа. Нальчик, 2007. 125 с.
5. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В. М. Лукомца. Краснодар: ООО РИА «Алви Дизайн», 2010. 328 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Жеруков Т. Б., Ханиева И. М., Кишев А. Ю., Шибзухов З.-Г. С., Карданова М. М., Саболиров А. Р. Изменение продуктивности подсолнечника в условиях вертикальной зональности КБР // *Развитие аграрной науки в разработках молодых ученых: материалы онлайн-конференции.* 2018. С. 137–141.
8. Скляр Д. В., Перфильева Н. И. Эффективность гербицидов в посевах подсолнечника в условиях предгорной зоны КБР // *Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея профессора Б. Х. Фиапшева.* Нальчик, 2021. С. 56–61.
9. Ханиев М. Х., Балов В. К., Шибзухов М. Н. Возделывание перспективных гибридов подсолнечника в предгорной зоне КБР // *Зерновое хозяйство.* 2006. № 6. С. 26–27.

### References

1. Yeziyev M.I., Zherukova S.B. Peculiarities of sunflower cultivation in the conditions of the KBR. *Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu* [Agrarian science for agriculture]: *sbornik dokladov po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem) posvyashchennoy 60-letiyu FGBNU «Aдыгейский NIISKH».* Aдыгейский nauchno-issledovatel'skiy institut sel'skogo khozyaystva. Maikop, 2021. Pp. 241–245. (In Russ.)
2. Balov V.K. Productivity of sunflower depending on the quality of seeds. *Zemledeliye.* 2003;(4):20. (In Russ.)
3. Berbekov K.Z., Kishev A.Yu., Shibzukhov Z.G.S. Features of sunflower cultivation when using growth regulators in the conditions of the KBR. *Aktual'nyye problemy i perspektivy razvitiya sel'skogo khozyaystva Yuga Rossii* [Actual problems and prospects for the development of agriculture in the South of Russia]: *sbornik dokladov po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem).* Maikop, 2019. Pp. 99–102. (In Russ.)
4. Kumakhov V.I. *Pochvy Tsentral'nogo Kavkaza* [Soils of the Central Caucasus]. Nalchik, 2007. 125 p. (In Russ.)

5. *Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field agrotechnical experiments with oilseeds. Under total. ed. V.M. Lukomets]. Under total. ed. V.M. Lukomets. Krasnodar: OOO RIA "Alvi Dizayn", 2010. 328 p. (In Russ.)

6. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)

7. Zherukov T.B., Khaniyeva I.M., Kisev A.Yu., Shibzukhov Z.G.S., Kardanova M.M., Sabolirov A.R. Changes in sunflower productivity under conditions of vertical zoning of the KBR. *Razvitiye agrarnoy nauki v razrabotkakh molodykh uchenykh* [Development of agrarian science in the investigations of young scientists]: *materialy onlayn-konferentsii*. 2018. Pp. 137–141. (In Russ.)

8. Sklyarov D.V., Perfil'yeva N.I. Efficiency of herbicides in sunflower crops in the foothill zone of the KBR. *Sel'skokhozyaystvennoye zemlepol'zovaniye i prodovol'stvennaya bezopasnost'* [Agricultural land use and food security]: *materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati Zasluzhennomu deyatelyu nauki RF, KBR, Respubliki Adygeya professora B.Kh. Fiapshevu*. Nalchik, 2021. Pp. 56–61. (In Russ.)

9. Khaniyev M.Kh., Balov V.K., Shibzukhov M.N. Cultivation of promising sunflower hybrids in the foothill zone of the KBR. *Zernovoye khozyaystvo*. 2006;(6):26–27. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Шогенов Юрий Мухамедович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5840-7710, Author ID: 483281

**Бозиев Алий Леонидович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9543-0766, Author ID: 277156

#### Information about authors

**Yuri M. Shogenov** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5840-7710, Author ID: 483281

**Aliy L. Bozиеv** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9543-0766, Author ID: 277156

---

**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 14.02.2023;  
одобрена после рецензирования 09.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 14.02.2023;  
approved after reviewing 09.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 633.11:631.559(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-38-44

## Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы по зонам Кабардино-Балкарской Республики

Юрий Мухамедович Шогенов<sup>✉1</sup>, Алим Юрьевич Кишев<sup>2</sup>

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

<sup>✉1</sup>yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

<sup>2</sup>a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7615-292X>

**Аннотация.** В статье представлены результаты полевых опытов, проведенных в 2020-2022 гг. в условиях степной, предгорной и горной зон КБР. Изучалось влияние предшественников на урожайность различных сортов озимой пшеницы. Полевая всхожесть озимой пшеницы по сортам и предшественникам колебалась от 62 до 80%. Полевая всхожесть сорта Чегет (76, 80%) выше, чем у сортов Таня и Южанка независимо от предшественника. Накопление азота в растениях озимой пшеницы больше зависит от предшественника, чем от сорта. В среднем по сортам в растениях озимой пшеницы накоплено азота в фазе колошения по предшественнику люцерна – 2,24 мг/на 1 кг сухой массы, по предшественнику горох – 2,61 мг/на 1 кг сухой массы. Установлена зависимость получения высоких урожаев озимой пшеницы от сортов и предшественников. Среди изучаемых не паровых предшественников большая урожайность достигается при размещении сортов озимой пшеницы по гороху. Среди изучаемых сортов озимой пшеницы более урожайным является сорт Чегет. При возделывании сорта озимой пшеницы Таня в различных почвенно-экологических условиях Кабардино-Балкарии лучшими предшественниками являются горох и люцерна: прибавка урожайности составляет 30,9% и 26,7% соответственно по сравнению с предшественником подсолнечник. По сравнению с горной зоной, степная и предгорная наиболее благоприятны для выращивания этой ценной культуры, где прибавка по урожайности составляет 4,7% и 8,3% соответственно.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, сорта, предшественники, накопление азота в растениях, урожайность

**Для цитирования.** Шогенов Ю. М., Кишев А. Ю. Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы по зонам Кабардино-Балкарской Республики // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 38–44.  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-38-44

Original article

## The influence of predecessors on the yield of winter wheat in the zones of the Kabardino-Balkarian Republic

Yuri M. Shogenov<sup>✉1</sup>, Alim Yu. Kishhev<sup>2</sup>

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

<sup>✉1</sup>yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

<sup>2</sup>a.kish@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7615-292X>

**Abstract.** The article presents the results of field experiments conducted in 2020-2022. in the steppe, foothill and mountain zones of the KBR. The influence of predecessors on the yield of various varieties of winter wheat was studied. Field germination of winter wheat by varieties and predecessors ranged from 62 to 80%. Field germination of the Cheget variety (76, 80%) is higher than that of the Tanya and Yuzhanka varieties, regardless of the predecessor. The accumulation of nitrogen in winter wheat plants depends more on the predecessor than on the variety. On average, for varieties, winter wheat plants accumulated nitrogen in the earing phase for the alfalfa precursor – 2.24 mg/per 1 kg of dry weight, for the pea precursor – 2.61 mg/per 1 kg of dry weight. The dependence of obtaining high yields of winter wheat on varieties and predecessors has been established. Among the studied non-fallow predecessors, a higher yield is achieved by placing winter wheat varieties on peas. Among the studied varieties of winter wheat, the Cheget variety is more productive. When cultivating the winter wheat variety Tanya in various soil and ecological conditions of Kabardino-Balkaria, the best predecessors are peas and alfalfa: the yield increase is 30.9% and 26.7%, respectively, compared with the sunflower predecessor. Compared to the mountainous zone, the steppe and foothill zones are the most favorable for growing this valuable crop, where the increase in yield is 4.7% and 8.3%, respectively.

**Keywords:** winter wheat, varieties, predecessors, nitrogen accumulation in plants, yield

**For citation.** Shogenov Yu.M., Kishev A. Yu. The influence of predecessors on the yield of winter wheat in the zones of the Kabardino-Balkarian Republic. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):38–44. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-38-44

**Введение.** Одной из наиболее требовательных культур к предшественникам является озимая пшеница. При достаточном развитии надземной массы и мощной корневой системы до наступления зимнего покоя урожай озимой пшеницы достигает максимума. Для этого требуется участок с хорошим строением пахотного слоя, с мелкокомковатой структурой почвы, также очищенный от сорной растительности и почвенных вредителей и болезней. Поэтому для получения высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы необходимо подбирать адаптированные сорта и размещать по лучшим предшественникам и с учетом почвенно-климатических условий республики [1–3].

Озимая пшеница является ведущей зерновой культурой в Кабардино-Балкарской Республике, в 2021 году занимала 54,4 тыс. га, что немного больше 2020 года (48,5 тыс. га) при валовом сборе 1286,4 тыс. тонн.

В предгорной зоне Адыгеи проводились исследования по влиянию предшественников на продуктивность озимой пшеницы. При размещении озимой пшеницы по сое урожайность была максимальной 4,90-5,86 т/га, а продуктивность зерна 4,80 т/га кормовых единиц [4].

На базе ФГБНУ «Воронежского ФАНЦ им. В. В. Докучаева» получены данные по биологизации севооборотов. Размещение озимой пшеницы по эспарцету и сидеральным парам способствовало увеличению коэффициента структурности в посевах на 48-69% и содержанию агрономически ценных агрегатов в пахотном слое до 82,9%. Твердость почвы снижалась на 7-13%, а общая пористость возрастала до 63,0%. В целом наблюдалось улучшение агрофизических свойств почвы [5].

Учеными Донского ГАУ (2020) установлено, что наибольший урожай озимой пшеницы получен при оптимальном сроке посева ее по подсолнечнику (5,22 т/га) и несколько ниже (5,13 т/га) при размещении её по озимой пшенице. Ранние и поздние посевы озимой пшеницы снижали продуктивность [6].

В условиях ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» в 2010-2020 гг. изучали влагообеспеченность мягкой озимой пшеницы при размещении по различным предшественникам. Данные наблюдений показали, что в преобладании лет осенью обеспеченность осадками составляла 37%, что свидетельствует о засухе. С сентября по июнь обеспеченность пшеницы осадками составила 70%, при потребности в воде 664,7 мм. Озимая пшеница по черному пару сформирована

ровала 7,03 т/га зерна при влагообеспеченности 88%, а по предшественнику – 5,32 т/га при влагообеспеченности 77% [7].

При определении предшественников озимой пшеницы необходимо помнить, что стерня зерновых колосовых культур является накопителем хлебной жужелицы, озимой совки, злаковых мух, пилильщика и других вредителей, которые в отдельные годы наносят большой ущерб посевам. В связи с этим площадь под этими предшественниками необходимо свести до минимума, а там, где возможно, полностью отказаться от них. Кроме того, вопрос о подборе предшественников для озимой пшеницы следует решать с учетом особенностей сорта. Так, сорта Полочанка, Княжна и Красота рекомендуется возделывать по поздно убираемым предшественникам на средних и низких агрофонах. Юну и Скифянку рекомендуется возделывать на высоких и средних агрофонах по любым предшественникам. Сорта Безостая-1 и Эхо хорошо удаются по всем предшественникам на высоких и средних агрофонах. Подарок Дону – высокопродуктивный сорт для высоких агрофонов. При возделывании озимых по колосовым, необходимо использовать устойчивые к корневым гнилям сорта: Княжна, Половчанка, Юна, Эхо. Посев проводится во второй половине оптимального для зоны и подзоны срока.

**Цель исследования** – определение влияния предшественников на урожайность сортов озимой пшеницы в различных почвенно-климатических зонах Кабардино-Балкарской Республики.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Полевой опыт в предгорной зоне закладывался в 2020-2022 гг. на черноземе выщелоченном с механическим составом тяжелой глины (57,2%) с содержанием общего азота – 0,28%, подвижным фосфором 16,3-18,8 мг/100 г почвы и обменным калием – 16-18 мг/100 почвы (по Ф. В. Чирикову).

В степной зоне климат очень теплый, умеренно-континентальный. В период активной вегетации растений сумма температур составляет 3000-3400°C, влажность умеренная, гидротермический коэффициент находится в пределах 0,9-1,2. В течение вегетационного периода выпадает около 315-350 мм осадков, а в год – 435-480 мм. Зо-

нальные почвы представлены обыкновенными и южными черноземами.

Предгорная зона. Климат умеренно теплый. Сумма температур в период размножения составляет 2800-3200°C. Увлажнение хорошее с гидротермическим коэффициентом от 1,2 до 2,0. Среднегодовое количество осадков составляет 553-600 мм. Засуха здесь бывает реже, чем в степной зоне республики. Почвенный покров предгорной лесостепи состоит из черноземов выщелоченных, типичных, серых и темно-серых лесных почв.

Горная зона. Климат умеренно теплый. Сумма температур за вегетационный период составляет 2300-2800°C, влажность избыточная, гидротермический коэффициент 1,5-2,0, среднегодовое количество осадков 600-750 мм. Почвенный покров образуют горные черноземы выщелоченные.

В годы исследований метеорологические условия были благоприятными, количество осадков было достаточным для хорошей вегетации растений озимой пшеницы, а температура не превышала средних многолетних данных.

Полевые опыты, учеты и наблюдения проводились по [8, 9].

Технология: посев озимой пшеницы – 210 кг/га (4,5 млн шт. на га); внесение удобрения при посеве (амософос –  $N_{12}P_{52}$ ) – 100 кг/га; подкормка ранней весной (аммиачная селитра –  $N_{35}$ ) – 100 кг/га; листовая подкормка (КАС –  $N_{32}$ ) – 100 кг/га; обработка гербицидом (Балерина) – 0,4 л/га; первая фунгицидная обработка (Альтосупер) – 0,5 л/га; вторая фунгицидная обработка (Колосаль Про) – 0,4 л/га; уборка.

**Результаты исследования.** Полевая всхожесть озимой пшеницы по сортам и предшественникам колебалась от 62 до 80% (табл. 1).

Всходы озимой пшеницы появились через 17-20 дней после посева. В среднем густота всходов растений составляла 373-385 шт/м<sup>2</sup>. Расхождения показателей схожие по всем сортам и предшественникам и соответствуют 3,6-3,7%. По всем сортам озимой пшеницы и фазам от всходов до колошения, а также предшественникам отмечалось уменьшение густоты растений (наибольшая по сорту Южанка – 7,3%, предшественник – горох; наибольшая по сорту Чегет – 10,2%, предшественник – люцерна 2-го года).

**Таблица 1.** Показатели полевой всхожести озимой пшеницы в зависимости от сортов и предшественников (2020-2022 гг.), %  
**Table 1.** Indicators of field germination of winter wheat depending on varieties and predecessors (2020-2022), %

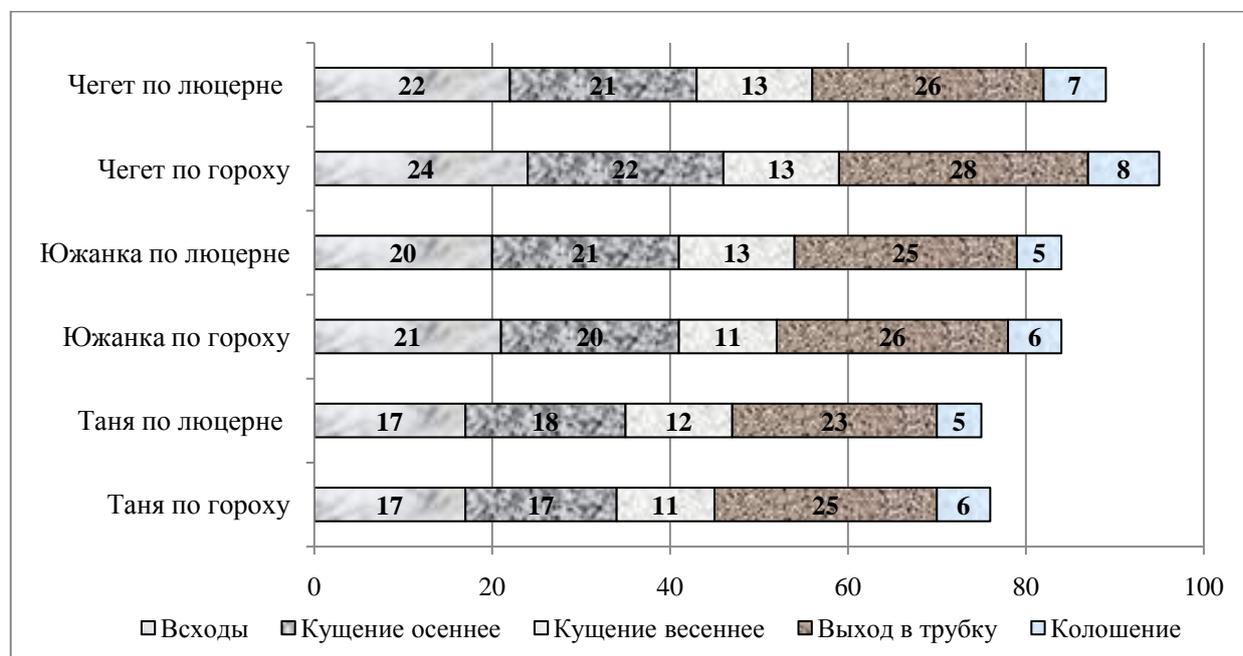
Предшественник	Сорт	Полевая всхожесть
Горох	Таня	62
	Южанка	65
	Чегет	76
Люцерна 2-го года	Таня	63
	Южанка	66
	Чегет	80

Как видно на рисунке 1, наибольшее время для всходов потребовалось сорту Чегет, наименьшее – сорту Таня по обоим предшественникам. Затем кущение как осеннее, так и весеннее у сорта Чегет было более растянутым и в сумме занимало соответственно 34-35 дней, наиболее короткий отрезок времени по-

требовался сорту Таня по предшественникам соответственно 30 и 28 дней. Продолжительность фаз выхода в трубку и колошение по предшественникам особо не имели различий.

В растениях озимой пшеницы лабораторным путем измерено содержание азота от наступления всходов до колошения. Установлена тенденция снижения этого показателя по гороху сортов: Таня – от 4,94 до 2,44, Южанка – от 5,18 до 2,61 и Чегет – от 5,24 до 2,75 мг/кг сухой массы. В растениях по предшественнику люцерна 2-го года выявлено снижение накопления азота на 10,4-16,6% соответственно относительно предыдущего предшественника (табл. 2).

Таким образом, установлена зависимость получения высоких урожаев озимой пшеницы от сортов и предшественников. Среди изучаемых не паровых предшественников большую урожайность получили при размещении сортов по гороху. Среди изучаемых сортов озимой пшеницы более урожайным оказался сорт Чегет.



**Рисунок 1.** Динамика развития растений озимой пшеницы в зависимости от сорта и предшественников (2020-2022 гг.), сутки

**Figure 1.** Dynamics of development of winter wheat plants depending on the variety and predecessors (2020-2022), days

**Таблица 2.** Накопление азота в растениях озимой пшеницы в зависимости от сорта и предшественников (2020-2022 гг.), мг/на 1 кг сухой массы

**Table 2.** Accumulation of nitrogen in winter wheat plants depending on the variety and predecessors (2020-2022), mg/kg dry weight

Сорт	Фаза			
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение
Предшественник – горох				
Таня	4,96	4,36	3,73	2,45
Южанка	5,21	4,64	3,96	2,62
Чегет	5,27	4,70	4,03	2,76
Среднее	5,13	4,57	3,91	2,61
Предшественник – люцерна 2-го года				
Таня	4,44	4,00	3,09	2,09
Южанка	4,63	4,11	3,23	2,30
Чегет	4,84	4,14	3,42	2,32
Среднее	4,64	4,08	3,25	2,24

**Таблица 3.** Урожайность озимой пшеницы сорта Таня в зависимости от предшественников по зонам КБР

**Table 3.** Yield of winter wheat variety Tanya depending on predecessors in the KBR zones

Предшественник	Зона возделывания	Урожайность, ц/га				Отклонение от стандарта		
		2020	2021	2022	среднее	степ. зона	пред. зона	горн. зона
Озимая пшеница	Степная	31,9	30,2	27,0	29,7	–		
	Предгорная	32,2	30,4	27,1	29,9		–	
	Горная	31,7	28,6	26,9	29,1			–
Горох	Степная	38,6	36,5	32,6	35,9	6,2		
	Предгорная	40,4	38,2	34,1	37,6		7,7	
	Горная	38,1	34,3	32,3	34,9			5,8
Люцерна 2-го года	Степная	38,6	36,5	32,6	35,9	6,2		
	Предгорная	39,1	37,0	33,0	36,4		6,5	
	Горная	35,6	32,1	30,2	32,6			3,5
Кукуруза на силос	Степная	34,4	32,5	29,0	32,0	2,3		
	Предгорная	35,6	33,7	30,0	33,1		3,2	
	Горная	33,8	30,5	28,7	31,0			1,9
Посолнечник	Степная	29,9	27,0	25,4	27,4	-2,3		
	Предгорная	31,6	29,9	26,7	29,4		-0,5	
	Горная	28,1	26,5	23,7	26,1			-3,0
<i>НСР<sub>0,5</sub> (ц/га)</i>		<i>1,05</i>	<i>1,15</i>	<i>1,23</i>				
<i>Ошибка опыта (%)</i>		<i>2,15</i>	<i>2,3</i>	<i>2,35</i>				

Из таблицы 3 видно, что наибольшую продуктивность сорт Таня имел по гороху, где максимальная урожайность наблюдалась в предгорной зоне 37,6, затем в степной 35,9 и в горной 34,9 ц/га, вторым по значимости предшественником можно выделить люцерну, которая также давала по различ-

ным зонам от 32,6 до 36,4 ц/га. Остальные предшественники, такие как озимая пшеница, имели сравнительно низкую урожайность по всем зонам в пределах 29,1-29,9 ц/га, по кукурузе 31-33,1 ц/га и подсолнечнику 26,1-29,4 ц/га.

**Выводы.** Исходя из вышесказанного, нужно отметить, что при возделывании сорта озимой пшеницы Тая в условиях Кабардино-Балкарии в различных зонах необходимо выбирать предшественниками горох и люцерну, которые дают прибавку урожая на 30,9% и 26,7% по сравнению с предшественником подсолнечник. По сравнению с горной зоной в целом, степная и предгорная зоны наиболее благоприятны для выращивания этой ценной зерновой культуры, где прибавка по урожайности составляет 4,7% и 8,3% соответственно.

### Список литературы

1. Кишев А. Ю., Бербеков К. З., Эржибов А. Х. Энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы // Обеспечение устойчивого и биобезопасного развития АПК: сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. С. 123–126.
2. Кишев А. Ю., Шибзухов З.-Г. С., Бербеков К. З., Темирдашева К. А. Энерго- и ресурсосберегающая технология производства озимой пшеницы // Обеспечение устойчивого и биобезопасного развития АПК: сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. С. 126–129.
3. Мухомедьярова А. С., Вьюрков В. В. Продуктивность озимой пшеницы в степной зоне при возделывании в различных севооборотах // Научная жизнь. 2020. Т. 15. №1(101). С. 46–55.
4. Мамсиров Н. И., Хатков К. Х., Макаров А. А. Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность различных звеньев зернопропашного севооборота // Новые технологии. 2020. Т. 15. № 4. С. 103–109.
5. Турусов В. И., Дронова Н. В., Балюнова Е. А. Влияние предшественников на изменение агрофизических свойств почвы в посевах озимой пшеницы // Плодородие. 2021. № 4(121). С. 36–39.
6. Турусов В. И., Гармашов В. М., Нужная Н. А. Минимализация основной обработки почвы в звене севооборота горох – озимая пшеница в условиях Юго-Востока ЦЧР // Инновационно-технологические основы развития адаптивно ландшафтного земледелия: сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию со дня основания ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, Курск, 09-11 сентября 2020 года. Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр», 2020. С. 19–27.
7. Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А. Влияние условий влагообеспеченности на урожайность зерна мягкой озимой пшеницы по различным предшественникам в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6(78). С. 83–87.
8. Рябцева Н. А. Результаты двухфакторного опыта с озимой пшеницей в условиях приазовской зоны Ростовской области // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (46). С. 5–11.
9. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». Режим доступа: <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9052841/> [Дата обращения: 15.09.2022].
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общей ред. М. А. Федина Москва, 1983. Режим доступа: [https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica\\_3.pdf](https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/metodica_3.pdf) [Дата обращения 15.09.2022].

### References

1. Kishhev A.Yu., Berbekov K.Z., Erzhibov A.Kh. Energy efficiency of winter wheat cultivation. *Obespecheniye ustoychivogo i biobezopasnogo razvitiya APK* [Ensuring sustainable and biosafety development of the agro-industrial complex]: *sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Nalchik: FGBOU VO Kabardino-Balkarskiy GAU, 2022. Pp. 123–126. (In Russ.)
2. Kishhev A.Yu., Shibzukhov Z.G.S., Berbekov K.Z., Temirdasheva K.A. Energy and resource-saving technology for the production of winter wheat. *Obespecheniye ustoychivogo i biobezopasnogo razvitiya APK* [Ensuring sustainable and biosafety development of the agro-industrial complex]: *sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Nalchik: FGBOU VO Kabardino-Balkarskiy GAU, 2022. Pp. 126–129. (In Russ.)
3. Mukhomedyarova A.S. Vyurkov V.V. Winter wheat productivity in the steppe zone when cultivated in various crop rotation. *Nauchnaya zizn'* [Scientific life]. 2020;15(1). С. 46–55. (In Russ.)

4. Mamsirov N.I., Khatkov K.Kh., Makarov A.A. Influence of basic soil treatment methods on productivity of various links of grain crop rotation. *New technologies*. 2020;15(4):103–109. (In Russ.)
5. Turusov V.I., Dronova N.V., Alunova E.A. Influence of winter wheat preceders on shift in agrophysical soil properties. *Plodородie*. 2021;4(121):36–39. (In Russ.)
6. Turusov V.I., Garmashov V.M., Nuzhnaya N.A. Minimization of the main tillage in the link of crop rotation peas – winter wheat in the conditions of the South-East of the Central Chernozem Region. *Innovatsionno-tekhnologicheskiye osnovy razvitiya adaptivno landshaftnogo zemledeliya* [Innovative and technological bases for the development of adaptive landscape agriculture]; *sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchenoy 50-letiyu so dnya osnovaniya VNIИ zemledeliya i zashchity pochv ot erozii, Kursk, 09-11 sentyabrya 2020 goda*. Kursk: *Federal'noye gosudarstvennoye byudzhethnoye nauchnoye uchrezhdeniye "Kurskiy federal'nyy agrarnyy nauchnyy tsentr"*, 2020. Pp. 19–27. (In Russ.)
7. Popov A.S., Ovsyannikova G.V., Sukharev A.A. The effect of moisture supply conditions on productivity of winter bread wheat, sown after various forecrops in the southern part of the Rostov region. *Grain economy of Russia*. 2021;6(78):83–87. (In Russ.)
8. Ryabtseva N.A. Results of a two-factor experiment with winter wheat in the conditions of the azov zone of the Rostov region. *The Bulletin Donskoy state agrarian university*. 2022;4 (46):5–11. (In Russ.)
9. Federal State Budgetary Institution "State Commission of the Russian Federation for the Testing and Protection of Breeding Achievements". Available from: <https://reestr.gosortrf.ru/sorts/9052841/>. Accessed: 15.09.2022. (In Russ.)
10. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Ed. M.A. Fedin. Moscow, 1983. Available from: [https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/methodica\\_3.pdf](https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2019/08/methodica_3.pdf) [Accessed 09.15.2022].

#### Сведения об авторах

**Шогенов Юрий Мухамедович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5840-7710, Author ID: 483281

**Кишев Алим Юрьевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 2237-8388, Author ID: 343309

#### Information about the authors

**Yuri M. Shogenov** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5840-7710, Author ID: 483281

**Alim Yu. Kishev** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 2237-8388, Author ID: 343309

**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 14.02.2023;  
одобрена после рецензирования 07.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.

The article was submitted 14.02.2023;  
approved after reviewing 07.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.

Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры

Horticulture, Vegetable Growing, Viticulture and Medicinal Crops

Научная статья

УДК 634.75:631.8

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-45-54

### Оценка применения регуляторов роста на развитие корневой системы рассады «Тгау» земляники

Хусен Мухамедович Назранов<sup>✉1</sup>, Елена Михайловна Егорова<sup>2</sup>,

Елена Иналовна Степанян<sup>3</sup>, Адам Арсенович Абрегов<sup>4</sup>,

Беслан Хусенович Назранов<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>3</sup>Институт экологии горных территорий имени А. К. Темботова РАН, ул. И. Арманд, 37а, Нальчик, Россия, 360051

<sup>4</sup>ООО «Клубничная Поляна Плюс», ул. Лермонтова, 15, Нарткала, Россия, 361332

<sup>✉1</sup>nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы производства посадочного материала земляники с использованием регуляторов роста. Опыт производства, в том числе непосредственно в условиях КФХ «Клубничная поляна Плюс», показывает, что переход рассады земляники от фриго («Frigo») к собственному производству рассады «Тгау» увеличивает количество производимой продукции, уменьшает экономические затраты и повышает ее экологическую безопасность. Применение данного типа рассады является передовым, эффективным и рациональным агроприемом как в ягодоводстве, так и в озеленении территорий. Цель исследований – изучение эффективности применения биологически активных препаратов Витазим, Максифол Рутфарм на рассаду культуры земляники по технологии «Тгау». По показателям формирования корневой системы у маточного материала типа «Тгау» на вариантах опыта с применением стимулирующих препаратов имеют прибавку по всем рассмотренным показателям. Препарат Максифол Рутфарм оказывает активное влияние на развитие вегетативных органов и прежде всего на его биометрию и качественные характеристики. Использование Максифола Рутфарма позволяет повысить массу корневой системы в 2 раза, количество корней на 27,2%. При визуальной оценке состояния качественных показателей на фоне применения препарата Максифол Рутфарм по 4-балльной шкале сорта Азия и Алба были оценены в 4 балла и на 3 балла оценили сорт Роксана.

**Ключевые слова:** регуляторы роста, рассада, корневая система, культура земляники, технология «Тгау»

**Для цитирования.** Назранов Х. М., Егорова Е. М., Степанян Е. И., Абрегов А. А., Назранов Б. Х. Оценка применения регуляторов роста на развитие корневой системы рассады «Тгау» земляники // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 45–54. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-45-54

Original article

## Evaluation of the use of growth regulators for the development of the root system of seedlings of "Tray" strawberries

Khusen M. Nazranov<sup>✉1</sup>, Elena M. Egorova<sup>2</sup>, Elena I. Stepanyan<sup>3</sup>,  
Adam A. Abregov<sup>4</sup>, Beslan Kh. Nazranov<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>3</sup>Institute of Ecology of Mountain Territories, A.K. Tembotov RAS, Nalchik, 37a I. Armand Street, Nalchik, Russia, 360051

<sup>4</sup>LLC "Strawberry Polyana Plus", 15 Lermontov Street, Nartkala, Russia, 361332

<sup>✉1</sup>nazranov777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8213-5766>

**Abstract.** The article deals with the production of strawberry planting material using growth regulators. The experience of production, including the conditions of the Strawberry Polyana Plus farm, shows that the transition of strawberry seedlings from Frigo to its own production of Tray seedlings increases the number of produced products, reduces economic costs and increases its environmental safety. The use of this type of seedlings is an advanced, effective and rational agricultural approach both in berry growing and in landscaping. The purpose of the research is to study the effectiveness of the use of biologically active preparations Vitazim, Maxifol Rutpharm for seedlings of strawberry culture using the "Tray" technology. According to the indicators of the formation of the root system in the uterine material of the "Tray" type in the variants of the experiment with the use of stimulating drugs, they have an increase in all the indicators considered. The drug Maxifol Rutpharm has an active influence on the development of vegetative organs and, above all, on its biometrics and quality characteristics. The use of Maxifol Rutpharm allows you to increase the mass of the root system twice, the number of roots by 27.2%. When visually assessing the state of quality indicators against the background of the use of Maxifol Rutpharm, on a 4-point scale, the Asia and Alba varieties were rated at 4 points and the Roxana variety was rated at 3 points.

**Keywords:** growth regulators, seedlings, root system, strawberry culture, Tray technology

**For citation.** Nazranov Kh.M., Egorova E.M., Stepanyan E.I., Abregov A.A., Nazranov B.Kh. Evaluation of the use of growth regulators for the development of the root system of seedlings of "Tray" strawberries. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):45–54. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-45-54

**Введение.** Промышленное производство в России в условиях защищенного грунта земляники как культуры малообъемного субстрата находится в начальной стадии своего развития. Различные климатические условия нашей страны приводят к необходимости наращивания производства земляники в условиях защищенного грунта для удовлетворения потребности населения. Земляника занимает небольшую площадь в теплицах, по сравнению с овощными культурами. Используемые на данный момент технологии не отвечают современным требованиям. Проблемы и задачи борьбы с почвенными

патогенами частично решаются за счет внесения в почву больших количеств агрессивных химикатов, т. е. почву дезинфицируют пестицидами. Это приводит к их высокому содержанию в плодах и накоплению в почве [1]. В связи с этим в последнее время во многих развитых и развивающихся странах, готовых к инновациям и прогрессивному подходу к селекции растений, ищут новые способы выращивания растений с использованием минеральных субстратов, промышленных отходов и синтетических материалов [2]. При использовании технологий возделывания на искусственном субстрате сокраща-

ются трудозатраты, повышается культура производства, устраняются многие трудоемкие ручные работы, такие как уборка, замена субстрата, рыхление, пропаривание, полив, уборка, внесение органических удобрений [3].

Используемые нерациональные и устаревшие технологии производства рассады не могут удовлетворить потребности производителей в высококачественной рассаде новых ремонтантных сортов земляники интенсивного типа. В связи с длительным эксплуатационным периодом плантации земляники особенно актуальным становится использование высококачественного посадочного материала. В нашем регионе одной из важных проблем в производстве земляники является дефицит качественного посадочного материала перспективных сортов и гибридов культуры. Используемые питомниками технологии производства рассады не отвечают современным требованиям и малорентабельны. А как известно, урожайность в первую очередь зависит от качества посадочного материала земляники, заложенных в сорте потенциальных генетических свойств и технологии возделывания. Кроме роли очевидных и значимых факторов (световой режим, температура, минеральное питание, водоснабжение и др.) в технологии производства земляники существенная роль принадлежит дополнительным средствам, оптимизирующим развитие, плодоношение, качественные показатели ягод, жизнеспособность и рост растений.

В южных регионах Российской Федерации на фоне принимаемых мер в рамках импортозамещения ежегодно увеличивается площадь теплиц, где выращивают землянику на различных почвах по технологии малообъемного субстрата. Все чаще землянику используют в озеленительных конструкциях населенных пунктов. Данные обстоятельства значительно увеличивают потребность в качественном посадочном материале, что в свою очередь приводит к необходимости разработки научно обоснованной технологии производства рассады земляники.

**Актуальность исследования** обусловлена необходимостью оптимизации технологических параметров выращивания различных сортов культуры. А так как рассада «Трай» – это новая и малоизученная технология, осо-

бенно в условиях России, научные исследования влияния стимуляторов роста на производство рассады, дальнейший рост и плодоношение являются весьма актуальными.

**Целью исследования** является изучение эффективности влияния биологически активных препаратов Витазим, Максифол Рутфарм на рассаду культуры земляники по технологии «Трай».

Задачи исследования – изучение влияния препаратов Витазим и Максифол Рутфарм на:

- 1) развитие вегетативных органов рассады «Трай»;
- 2) развитие вегетативных органов исследуемой рассады после высадки в малообъемный субстрат;
- 3) развитие генеративных органов.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Объектом наших исследований являются 3 сорта земляники – Азия, Алба и Роксана, выращиваемые в условиях малообъемной гидропоники на кокосовом субстрате в КФХ «Земляничная поляна Плюс». Исследование проводилось на посадочном материале (рассада) данных сортов типа «Трай» как в состоянии рассады, так и будучи далее высаженными в маты в условиях малообъемной гидропоники взрослыми растениями.

*Итальянский сорт земляники «Азия».* Сорт хорошо адаптирован к континентальным и умеренно-северным климатическим условиям. Кусты сильнорослые, прямостоячие или полураскидистые, с мощной корневой системой и плотной облиственностью. Листья среднего размера, ярко-зеленые, морщинистые, с глянцевым блеском. Обладает большим потенциалом урожайности в условиях защищенного грунта. Ягоды имеют высокую товарность и лежкость, хорошо переносят транспортировку и хранение. Сорт требователен к освещенности, плодородию и составу почвы – предпочитает питательные, легкие, воздухопроницаемые, с нейтральной кислотностью [4].

Сорт земляники «Алба» считается одним из наиболее раннеспелых, крупноплодных и продуктивных. Ценится за высокую урожайность, товарность, транспортабельность, лежкость и универсальность назначения. Хорошо адаптирована к условиям континентального (умеренно-континентального) кли-

мата, различным типам почв. В условиях защищенного грунта урожай собирают уже в начале-середине апреля. Кусты сильнорослые, умеренно облиственные, полушаровидные. Листья крупные, светло-зеленого цвета, слабоморщинистые и ребристые, вогнутые, неопушенные, с глянцевым блеском. В ягодах содержатся сахара 5,9%, кислоты 1,1%, витамин С 60 мг%. Достоинствами сорта считаются: крупные размеры плодов, их доступный и удобный сбор (тип отрыва ягод – сухой); отличные показатели транспортабельности и лежкости; высокий потенциал урожайности, неприхотливый, хорошо откликающийся на интенсивный агротехнический уход [4].

*Сорт земляники «Роксана»* от итальянских селекционеров. Ее достоинствами являются привлекательный товарный вид, вкусовые качества, транспортабельность и лежкость ягод, высокая урожайность, позволяющая возделывать культуру в промышленных масштабах, адаптированность к условиям открытого грунта регионов с континентальным климатом, а также отличные результаты при выращивании внесезонной продукции в теплицах (в почве или на субстрате). Крупные размеры ягод и их высокие товарные качества облегчают сбор урожая. Ягоды созревают равномерно и одновременно. Кусты сильнорослые, мощные, полушаровидные, густооблиственные. Листья крупные, темно-зеленые, среднморщинистые, вогнутые и блестящие, с широкими острыми зубчиками. В ягодах содержатся: сахара 6,1%, кислоты 0,7%, витамин С 52,2 мг% [4].

Исследования проводились в течение трех лет (2020-2022 гг.) в условиях КФХ «Клубничная Поляна Плюс». Полученные данные обрабатывались статистически [5]. В работе приведены данные показателей по маточному материалу и средние данные для двух циклов эксплуатации исследуемых сортов.

Наблюдения осуществлялись:

- по рассаде рендомизированным методом: один раз после изъятия из холодильника;
- по эксплуатируемым растениям в теплице: один раз в две недели и по фенофазам;
- с начала сбора урожая – в дни сбора ягод.

Стандартный питательный раствор содержал необходимые растениям земляники макро- и микроэлементы минерального пи-

тания, общая концентрация и соотношение которых менялось в зависимости от стадий развития и изменения потребностей [3, 6].

Исследуемые препараты вводили путем добавления их к основному питательному раствору. Аналогично первому, последующие поливы делались каждые две недели. Концентрации испытуемых препаратов составлялись в соответствии с рекомендациями производителей.

**Результаты исследования.** Современная, передовая технология выращивания рассады культуры земляники «Tray», широко применяемая в зарубежных странах, на территории Российской Федерации малоизученна. Опыт производства, в том числе непосредственно в условиях КФХ «Клубничная поляна Плюс», показывает, что переход рассады земляники от фриго («Frigo») к собственному производству рассады «Tray» увеличивает количество производимой продукции, уменьшает экономические затраты и повышает ее экологическую безопасность.

Различают два основных типа саженцев земляники. Рассада с открытой корневой системой – фриго («Frigo»), второй – свежесобранная «fresh» (зеленая, свежая рассада), класс WB (Waiting Bed) – саженец второго года жизни, контейнерные саженцы типа plug, «Tray», mini «Tray» (рис. 1).

Свежесобранные растения – это те, которые пересаживают с зелеными листьями. В основном используются для осенней посадки. Свежесобранные растения быстро адаптируются к осенне-зимним холодам, весной дают крупные ягоды, но плохо приживаются летом. После посадки листья земляники теряют тургор, соприкасаются с нагретым солнцем субстратом (особенно если это керамзит или перлит) и отмирают. Некоторые практикуют удаление части листьев, но это сказывается на урожайности [7, 8].

«Tray» plants – контейнерные или горшочные растения. Название указывает на тип хранения, распространения рассады.

Саженцы класса «Tray» – это растения со сформированной развитой закрытой корневой системой, с объемом корневой массы 250 мл и имеют от 4 до 9 генеративных почек. Эти растения хранятся в состоянии анабиоза и готовы к быстрому старту. При высадке рас-

сады «Трай» нет обрезки корней, следовательно, растения показывают значительно более высокую производительность. Повышенная отдача крупной и однородной ягоды высокого качества компенсирует более высокую

стоимость саженцев [3, 9]. Применение данного типа рассады во всем мире считается наиболее передовым, эффективным и рациональным агроприемом как в ягодоводстве, так и в озеленении территорий.

*a**b**c**d**e*

**Рисунок 1.** Типы рассады земляники:

*a* – fresh; *b* – plug; *c* – Waiting Bed; *d* – frigo; *e* – «Tray» и mini «Tray»

**Figure 1.** Types of strawberry seedlings:

*a* – fresh; *b* – plug; *c* – Waiting Bed; *d* – frigo; *e* – "Tray" and mini "Tray"

Качество формирования корневой системы при выращивании маточного материала является главным и неотъемлемым аспектом. Перед высадкой рассады в эксплуатационные маты были проведены исследования в первую очередь корневой системы (рис. 2). По всем вариантам опыта, всем сортам были проведены взвешивания образцов растений и выведены средние значения (табл. 1).

По всем сортам – объектам исследования наибольший результат по повышению массы

корневой системы дал вариант опыта с применением препарата Максифол Рутфарм. Результат с применением Витазима также приводил к приросту показателей в сравнении с контролем. Применение Максифола Рутфарма дало прирост массы у сорта Азия в 90%; у Алба – 81% и 27% у сорта Роксана. Применение же Витазима дало увеличение на 63%, 27% и 9% соответственно, что значительно ниже показателей препарата Максифол Рутфарм.



**Рисунок 2.** Корневая система изучаемых сортов с субстратным комом  
**Figure 2.** Root systems of the studied varieties with a substrate lump

**Таблица 1.** Влияние исследуемых препаратов на формирование массы рассады исследуемых сортов земляники (июль 2020-2022 гг.)

**Table 1.** The effect of the studied preparations on the formation of seedling mass of the studied strawberry varieties (July 2020-2022)

Варианты опыта	Сорта земляники					
	Азия		Алба		Роксана	
	Средняя масса растения, г					
	с субстратным комом	без субстратного кома	с субстратным комом	без субстратного кома	с субстратным комом	без субстратного кома
Контроль	62	11	65	12	73	11
Максифол Рутфарм	70	21	72	20	94	14
Витазим	68	18	68	14	84	12

Взвешиванием отдельно корневой системы была выявлена эффективность влияния препаратов на нарастание именно корневой массы, которое играет главную роль в эффективности питания и приживаемости рассады (табл. 2).

Хорошие результаты положительного влияния на нарастание массы корневой системы у сорта Азия показали оба регулятора роста, при этом прибавка массы корня в сравнении с контролем составляла при применении Витазима в 1,6 и в 2 раза – Максифола Рутфарма. По другим сортам прибавка была меньше: для Албы – в 1,3 и в 1,4 раза; для Роксаны – в 1,1 и в 1,2 раза соответственно.

**Таблица 2.** Влияние исследуемых препаратов на формирование массы корневой системы рассады исследуемых сортов земляники (2020-2022 гг.)

**Table 2.** The effect of the studied preparations on the formation of the mass of the seedling root system of the studied strawberry varieties (2020-2022)

Варианты опыта	Сорт земляники		
	Азия	Алба	Роксана
	Средняя масса корневой системы, г		
Контроль	8	7	5,8
Максифол Рутфарм	16	10	7
Витазим	13	8,9	6,4

Также было зафиксировано влияние стимуляторов роста на длину корней. Измерялась максимальная длина и длина корней основной массы (табл. 3). При визуальном оценивании (рис. 3) разница в длине корней в зависимости от варианта опыта составила: у Азии максимальная от 5 до 14 мм, у сортов Алба и Роксана максимальная от 5 до 9 мм. Лучшие результаты наблюдаются по регулятору роста Максифол Рутфарм. Препараты Максифол Рутфарм и Витазим оказывали равноценное положительное влияние на показатель длины корней в основной массе

рассады сорта Азия относительно контрольного варианта. Длина корней увеличилась на 5 мм. На сорте Алба препарат Витазим оказывал большее положительное влияние на показатель «длина корней в основной массе». Показатель увеличился на 37,5% относительно контрольного варианта.

Как показывают результаты исследований (табл. 4), регуляторы роста увеличивают количество корней Максифол Рутфарм на 27,2%, а Витазим на 14,5%, что на 10% ниже первого препарата.

**Таблица 3.** Влияние исследуемых препаратов на длину корней (максимальная и в основной массе) рассады исследуемых сортов земляники (2020-2022 гг.)

**Table 3.** The effect of the studied preparations on the length of the roots (maximum and in the bulk) of seedlings of the studied strawberry varieties (2020-2022)

Варианты опыта	Сорт земляники					
	Азия		Алба		Роксана	
	Длина корней, см					
	максимальная	основной массы	максимальная	основной массы	максимальная	основной массы
Контроль	20	10	16	8	16	6
Максифол Рутфарм	34	15	25	9	25	9
Витазим	25	15	21	11	21	7



**Рисунок 3.** Образцы состояния корней изучаемых сортов  
**Figure 3.** Samples of the condition of the roots of the studied varieties

**Таблица 4.** Влияние исследуемых препаратов на количество сформировавшихся корней рассады исследуемых сортов земляники (2020-2022 гг.)

**Table 4.** The effect of the studied preparations on the number of formed roots of seedlings of the studied strawberry varieties (2020-2022)

Варианты опыта	Сорт земляники		
	Азия	Алба	Роксана
	Среднее количество корней, шт.		
Контроль	34	28	26
Максифол Рутфарм	56	33	32
Витазим	43	30	30

**Таблица 5.** Оценка качества корней рассады исследуемых сортов земляники в зависимости от влияния исследуемых препаратов (2020-2022 гг.)

**Table 5.** Evaluation of the quality of seedling roots of the studied strawberry varieties, from the influence of the studied preparations (2020-2022)

Варианты опыта	Сорт земляники		
	Азия	Алба	Роксана
	Состояние корней, балл		
Контроль	2	2	1
Максифол Рутфарм	4	4	3
Витазим	3	3	3

*Примечание:* 1 балл – корешки очень тонкие, без визуально различимых корневых волосков, коричневатые, рано отмирающие;  
2 балла – корешки тонкие, желтоватые, но жизнеспособные, без визуально различимых корневых волосков или с редкими корневыми волосками;  
3 балла – корешки более прочные, в средней степени с визуально различимыми корневыми волосками, белые или немного желтоватые, кончики корней рано прекращают рост и могут темнеть;  
4 балла – корешки прочные, белые, с густыми белыми корневыми волосками.

Анализ таблицы 5 показывает, что при применении препарата Максифол Рутфарм качественные показатели корней повышаются.

Все варианты опыта на контроле дали хороший стабильный результат, как по количеству, так и по качеству корневой системы по всем сортам, что соответствует заявленному качеству рассады типа «Трау».

Как указывалось выше, препарат Максифол Рутфарм показал наилучшие результаты среди всех вариантов опыта по сортам Азия, Алба и Роксана с применением биологически активных веществ. Этот результат показал увеличение числа корней на 22, 5 и 6 шт. соответственно по сравнению с контролем.

В то же время при визуальной оценке состояния корней по 4-балльной шкале состояние оценили в 4 балла, так как корни белые, крепкие, с хорошим тургором и множественным образованием качественных корневых волосков.

Препарат Витазим по всем исследуемым сортам оказал хоть и меньшее, но также положительное влияние на количество корней: на сорте Азия – на 9 шт., Алба – на 2 шт., на сорте Роксана – на 4 шт. корней в сравнении с контролем. Таким образом, по показателям формирования корневой системы у маточного материала типа «Трау» применение стимулирующих препаратов увеличивало качественные показатели.

#### Выводы:

1. Использование стимуляторов роста оказывает активное влияние на рост и развитие вегетативных органов: как на биометрию, так и на качественные характеристики.

2. Наиболее эффективным при получении рассады земляники является препарат Максифол Рутфарм. Использование данного препарата позволяет повысить массу корневой системы в 2 раза, количество корней на 27,2%.

3. По 4-балльной шкале, при визуальной оценке качества корней рассады на фоне применения препарата Максифол Рутфарм, сорта Азия и Алба оцениваются в 4 балла и на 3 балла – сорт Роксана.

#### Список литературы

1. Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. Киев: Урожай, 1985. 160 с.
2. Патрон П. И. Интенсивное овощеводство Молдавии. Кишинев: Картя Молдавеняскэ, 1985. 446 с.
3. Агрехимия – средства защиты и препараты. URL: <https://agrohimiya.info/>

4. Агромастер. URL: <https://urozhajnayagryadka.ru/klubnika-trej-chto-eto-v-chem-osobennosti-etogo-sorta-vkusovye-kachestva-i-vneshnij-vid-plodov>
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Книга по требованию, 2012. 352 с.
6. Копылов В. И. Земляника: [биология, сорта, размножение, агротехника в открытом и защищенном грунте, защита от вредителей и болезней, переработка ягод: пособие]. Симферополь: ПолиПРЕСС, 2007. 364 с.
7. Засько В. Опыт получения 40 тонн с гектара земляники садовой при выращивании на субстрате в высоких туннелях на примере КФХ «Шуйские ягоды» // Ягоды России. 2022. № 1(5). С. 18–21.
8. Лазаренков А. Н. Способ выращивания рассады ремонтантной земляники. Москва: Колос. 1993. 148 с.
9. Козлова И. И. Тенденция производства посадочного материала ягодных культур на европейском рынке // Ягоды России 2019: II Международная конференция. ФНИЦ им. И. В. Мичурина. 2019. 218 с.

### References

1. Aliyev E.A. *Vyrashchivaniye ovoshchey v gidroponnykh teplitsakh* [Growing vegetables in hydroponic greenhouse]. Kiyev: *Urozhay*, 1985. 160 p. (In Russ.)
2. Patron P.I. *Intensivnoye ovoshchevodstvo Moldavii* [Intensive vegetable growing in Moldova]. Chisinau: *Kartya Moldavenyaske*, 1985 446 p. (In Russ.)
3. *Agrokimiya – sredstva zashchity i preparaty* [Agrochemistry – means of protection and preparations]. URL: <https://agrokhimiya.info/> (In Russ.)
4. Агромастер. URL: <https://urozhajnayagryadka.ru/klubnika-trej-chto-eto-v-chem-osobennosti-etogo-sorta-vkusovye-kachestva-i-vneshnij-vid-plodov> (In Russ.)
5. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: *Kniga po trebovaniyu*, 2012. 352 p. (In Russ.)
6. Kopylov V.I. *Zemlyanika: biologiya, sorta, razmnozheniye, agrotekhnika v otkrytom i zashchishchennom grunte, zashchita ot vreditel'ey i bolezney, pererabotka yagod* [Strawberries: biology, varieties, reproduction, agricultural technology in open and protected ground, protection from pests and diseases, processing of berries: a guide]: *posobiye*. Simferopol: PoliPRESS, 2007. 364 p. (In Russ.)
7. Zasko V. *Opyt polucheniya 40 tonn s gektara zemlyaniki sadovoy pri vyrashchivanii na substrate v vysokikh tunnelyakh na primere KFKH «Shuyskiye yagody»* [Experience in obtaining 40 tons per hectare of garden strawberries when grown on a substrate in high tunnels on the example of the KFE "Shuyskiye yagody"]. *Yagody Rossii*. 2022;1(5):18–21. (In Russ.)
8. Lazarenkov A.N. *Sposob vyrashchivaniya rassady remontantnoy zemlyaniki* [A method of growing seedlings of remontant strawberries]. Moscow: Kolos. 1993. 148 p. (In Russ.)
9. Kozlova I.I. The trend in the production of planting material for berry crops in the European market. *Yagody Rossii 2019* [Berries of Russia 2019]: *II Mezhdunarodnaya konferentsiya. FNTS im. I.V. Michurina*. Michurin. 2019. 218 p. (In Russ.)

---

### Сведения об авторах

**Назранов Хусен Мухамедович** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 392409

**Егорова Елена Михайловна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 806839

**Степанян Елена Иналовна** – инженер-исследователь лаборатории геоботанических исследований, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии горных территорий им. А. К. Темботова РАН, SPIN-код: 9426-4222, Author ID: 1093186

**Абрегов Адам Арсенович** – агроном ООО «Клубничная Поляна Плюс»

**Назранов Беслан Хусенович** – магистрант агрономического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

#### Information about the authors

**Khusen M. Nazranov** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 392409

**Elena M. Egorova** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 806839

**Elena I. Stepanyan** – Research Engineer of the Laboratory of Geobotanical Research Institute of Ecology of Mountain Territories named after A.K. Tembotov Russian Academy of Sciences, SPIN-code: 9426-4222, Author ID: 1093186

**Adam A. Abregov** – Agronomist LLC "Strawberry Polyana Plus"

**Beslan Kh. Nazranov** – Master's student of the Faculty of Agronomy, 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 15.02.2023;  
одобрена после рецензирования 03.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 15.02.2023;  
approved after reviewing 03.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 634.22:631.559/.8

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-55-62

## Агрохимические свойства серых лесных почв и влияние азотных удобрений на урожайность деревьев сливы на склонах

Абдулабек Расулович Расулов<sup>1</sup>, Беслан Борисович Бесланеев<sup>✉2</sup>,  
Муказир Мухабович Калмыков<sup>3</sup>, Алим Борисович Уянаев<sup>4</sup>

<sup>1-3</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>4</sup>Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства, Шарданова, 23, Нальчик, Россия, 360051

<sup>1</sup>Abdulabek.R@mail.ru

<sup>✉2</sup>Beslaneev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8974-4388>

<sup>3</sup>Muchazir.Kalmykov@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований, проведенных в предгорьях Кабардино-Балкарии на высоте 500-550 м над уровнем моря в саду на склоновых землях с серыми лесными почвами. Цель исследований: оптимизация режима минерального питания деревьев сливы на склоновых землях КБР. Проведен агрохимический анализ разрезов почвы на двух участках: а) целина; б) полотно террасы. Установлено низкое содержание основных элементов питания и гумуса за исключением калия. На целинном участке с глубины 30 см и ниже наблюдалось резкое снижение содержания гумуса – до 0,35-0,45% и нитратов – до значения «следы». Содержание подвижных форм фосфора и калия увеличивалось с глубиной: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – от 1,0 мг/100 г почвы в слое почвы 0-10 см до 23,8 в слое 70-100 см, K<sub>2</sub>O – от 21,0 до 26,0 мг/100 г почвы соответственно. Аммиачный азот был распределен более равномерно – в пределах 7,8-4,8 мг/100 г почвы в слоях от 0-10 до 70-100 см, рН – от 5,7 до 6,5. На полотно террас уровень питательных элементов оставался аналогичным, однако за счет перемешивания почвенных слоев наблюдалось более равномерное распределение элементов по слоям. В саду посадки 2010 года сливы сорта Кабардинская ранняя на сеянцевом подвое (алыча) при схеме посадки 5×3 м с контурным размещением рядов и естественным задернением урожайность в среднем за 3 года исследований в вариантах опыта N30, N90, N120, N150, N180 составила соответственно: 28,6; 31,2; 32,2; 35,2; и 36,0 т/га или прибавка от 1-го варианта к 5-му – 7,4 т/га (25,7%). На целинном участке в сливовых садах рекомендуется применять повышенные дозы азотных удобрений. Внесение предлагается осуществлять в 2 этапа: 1-ую часть – в начале весны, 2-ую часть – после окончания цветения.

**Ключевые слова:** склоновые земли, террасирование, азотные удобрения, слива, урожайность

**Для цитирования.** Расулов А. Р., Бесланеев Б. Б., Калмыков М. М., Уянаев А. Б. Агрохимические свойства серых лесных почв и влияние азотных удобрений на урожайность деревьев сливы на склонах // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 55–62. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-55-62

Original article

## Agrochemical properties of grey forest soils and the effect of nitrogen fertilizers on the yield of plum trees on slopes

Abdulabek R. Rasulov<sup>1</sup>, Beslan B. Beslaneev<sup>✉2</sup>, Mukazir M. Kalmykov<sup>3</sup>,  
Alim B. Uyanaev<sup>4</sup>

<sup>1-3</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>4</sup>The North Caucasian Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Gardening, 23 Shardanov street, Nalchik, Russia, 360051

<sup>1</sup>Abdulabek.R@mail.ru

<sup>✉2</sup>Beslaneev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8974-4388>

<sup>3</sup>Muchazir.Kalmykov@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of studies conducted in the foothills of Kabardino-Balkaria at an altitude of 500-550 m above sea level in a garden on sloping lands with grey forest soils. The purpose of the research: optimization of the mineral nutrition regime of plum trees on the sloping lands of the KBR. An agrochemical analysis of soil sections was carried out in two areas: a) virgin soil, b) terrace canvas. The low content of the main elements of nutrition and humus, with the exception of potassium, was found. In the virgin area from a depth of 30 cm and below, there was a sharp decrease in the content of humus – up to 0.35-0.45% and nitrates – up to the value of "traces". The content of mobile forms of phosphorus and potassium increased with depth: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – from 1.0 mg/100g of soil in the 0-10 cm soil layer to 23.8 in the 70-100 cm layer, K<sub>2</sub>O – from 21.0 to 26.0 mg/100g of soil, respectively. Ammonia nitrogen was distributed more evenly – in the range of 7.8-4.8 mg/100g of soil in layers from 0-10 to 70-100 cm, pH – from 5.7 to 6.5. On the canvas of the terraces, the level of nutrients remained similar, however, due to the mixing of soil layers, a more uniform distribution of elements across the layers was observed. In the 2010 there was planting garden of Kabardian early plums on a seedling rootstock (cherry plum) with a 5×3 m planting scheme with contour placement of rows and natural blackening, the yield on average for 3 years of research in the variants of experiment N30, N90, N120, N150, N180 was, respectively: 28.6; 31.2; 32.2; 35.2; and 36.0 t/ha or an increase from the 1st option to the 5th – 7.4 t/ha (25.7%). On a virgin plot in plum orchards, it is recommended to use increased doses of nitrogen fertilizers. The introduction is proposed to be carried out in 2 stages: the 1st part – at the beginning of spring, the 2nd part – after the end of blossom.

**Keywords:** sloping lands, terracing, nitrogen fertilizers, plums, yield

**For citation.** Rasulov A.R., Beslaneev B.B., Kalmykov M.M., Uyanaev A.B. Agrochemical properties of grey forest soils and the effect of nitrogen fertilizers on the yield of plum trees on slopes. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):55–62. (In Russ.).  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-55-62

**Введение.** Современные тенденции развития садоводства предусматривают увеличение продуктивности плодовых насаждений за счет большего использования ресурсов внешней среды, биологического потенциала деревьев, а также технологических факторов, обеспечивающих эффективность садоводства [1–5].

В 70-80 гг. прошлого столетия в Кабардино-Балкарии успешно решалась проблема рационального использования природных

ресурсов, в том числе путем освоения более 4 тысяч гектаров склоновых земель под плодовые насаждения, в основном яблони. На сравнительно крутых склонах (более 15-17°) проводилось террасирование, а на пологих – ряды деревьев размещались поперек склона по его контуру, что позволяло механизировать технологические процессы (проведение обработок сада против вредителей и болезней и др.) [6].

В начале нынешнего века упомянутые сады исчерпали свой ресурс и были раскорчеваны. На склоновых землях взамен яблони предложено проводить закладку садов сливы и алычи. Косточковые культуры показывают себя менее энерго- и трудозатратными в сравнении с семечковыми, они достаточно скороплодны, характеризуются регулярным плодоношением и подходят для условий возделывания на склонах с применением адаптивно-ландшафтного земледелия. Последнее предусматривает, в том числе, задернение почвы для предотвращения водной эрозии, ограниченное применение тяжелой техники и химических средств защиты растений [7–9]. А уменьшение пестицидного прессинга особенно важно с точки зрения защиты окружающей среды [10].

Характерными особенностями серых лесных почв на целинном участке, где почва до посадки сада использовалась под сенокос, являются относительно невысокие запасы гумуса, которые резко уменьшаются на глубине 30 см и ниже. В соответствии с содержанием гумуса подвижные формы питательных веществ также находятся на невысоком уровне. Обеспеченность азотом (гидролизующие формы) удовлетворительна в верхних горизонтах почвы, но резко снижается с глубиной. В отношении подвижных форм фосфора и калия картина несколько иная. Поверхностные горизонты почвы обеднены и слабо обеспечены фосфором и калием, но с глубины 65–70 см содержание фосфора и калия значительно возрастает. Это объясняется тем, что концентрация почвенного раствора в верхних горизонтах находится в диапазоне кислой среды, при которой соли фосфора и калия оказываются в связанном состоянии, с глубиной она переходит в сторону слабослой, а затем становится нейтральной.

**Цель исследований** – оптимизация режима минерального питания деревьев сливы на склоновых землях КБР.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования проведены в 2019–2021 гг. в саду сливы посадки 2010 г. в ООО «Племенной совхоз «Кенже».

Сад сливы сорта Кабардинская ранняя размещен на участке с естественным травостоем. Размещение рядов деревьев поперек склона по горизонталям местности. Схема

посадки деревьев: 5×3 м. Деревья привиты на сеянцевый подвой – алычу.

Повторность 3-кратная, на делянке 6 деревьев.

Траву скашивали один раз за сезон. Удобрения (аммиачная селитра) вносились поверхностно весной перед началом цветения деревьев.

Погодно-климатические кондиции в годы проведения опытов несущественно отличались от многолетних значений. Оценивали показатели роста и урожайности сливового сада на нетеррасированном участке с внесением возрастающих доз азотных удобрений.

При проведении агрохимических исследований, учета и наблюдений использовали общепринятые методы наблюдений и учетов [15, 16].

**Результаты исследования.** Закладка сада предполагает предварительное проведение агрохимических анализов почв для определения их садопригодности. Нами был проведен агрохимический анализ серых лесных оподзоленных почв на склоне в естественном состоянии (участок 1) и на полотне террасы (участок 2) с целью определения плодородия данных почв (табл. 1).

После террасирования склона верхний слой почвы перемешивается с нижними, поэтому содержание гумуса стало более равномерным до глубины 50 см, что существенно для обеспечения растений питательными веществами. Эти изменения весьма заметно отражаются на обеспечении растений азотом, то есть содержании нитратов в почве. Так, если на целине начиная с глубины 30 см нитратов не обнаружено (отбор образцов почвы проведен в июне, в период активного роста как травянистой растительности, так и плодовых), то на террасе нитратов обнаружено достаточно много, причем не только в верхних гумусированных слоях почвы, но и до метровой глубины. Следует отметить, что на целине нитраты в основном обнаруживались в верхнем слое почвы до глубины 30 см.

Аммиачной формы азота больше оказалось в почве на целине, что свидетельствует об отсутствии здесь, за исключением верхнего горизонта почвы, благоприятных условий для нитрификации. На террасе же, наоборот, эти условия, очевидно, были хорошими.

**Таблица 1.** Агрохимические качества серых лесных оподзоленных почв  
(склон северо-восточной экспозиции крутизной 13-15°)  
**Table 1.** Agrochemical qualities of gray forest podzolized soils  
(slope of northeastern exposure with a steepness of 13-15°)

Глубина слоя, см	Гумус, %	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	pH <sub>сол</sub>
		по Кирсанову		по Кирсанову		
		мг/кг почвы		мг/100 г почвы		
Нетеррасированный склон (целина)						
0-10	5,87	93,9	7,8	1,0	12,0	5,7
10-30	1,82	16,0	13,4	0,4	10,0	6,0
30-50	0,35	следы	6,5	0,6	10,0	4,8
50-70	0,40	-«-	4,2	10,0	12,0	5,6
70-100	0,40	-«-	4,8	23,8	12,0	6,5
Полотно террасы						
0-10	2,16	12,0	5,0	1,3	14,0	5,2
10-30	2,48	8,7	6,5	0,8	8,0	5,2
30-50	2,35	8,2	3,3	1,0	8,0	5,3
50-70	0,61	7,9	2,6	1,7	10,0	4,8
70-100	0,44	13,9	2,1	17,5	10,0	6,0

Содержание подвижных форм фосфора в изучаемой почве оказалось низким, а калия – повышенным. Это характерно для верхних слоев почвы предгорной зоны КБР до глубины 50 см на целине и 70 см – на террасе. В более глубоком горизонте (70-100 см) содержание подвижного фосфора возрастает.

Данные почвы, как видно из таблицы, имеют кислую реакцию почвенного раствора. В таких условиях, как известно, фосфат-ионы связываются в слабо растворимые комплексы. Рост деревьев яблони в период проведения почвенных исследований был удовлетворительным.

По данным многих исследователей, плодовые деревья положительно реагируют на минеральные удобрения, особенно в плодоносящем возрасте [11]. Эффективность удобрений зависит от типа почвы, на котором произрастает сад, уровня урожая, погодно-климатических условий, способа внесения удобрений и других факторов [12, 13].

Установлено, что наибольший эффект дают в садах органические удобрения, особенно в сочетании с минеральными. При внесении только минеральных удобрений следует использовать полное удобрение, то есть должны присутствовать все три элемента (азот, фосфор и калий). Общеизвестно, что из пита-

тельных веществ плодовые деревья больше потребляют азот и калий, в сравнении с фосфором. Об этом можно сделать вывод по содержанию питательных веществ в листьях, являющихся органами, где имеется наибольшее процентное содержание этих элементов.

Из вышеуказанных трех элементов наиболее динамичным является азот, поэтому нормальное обеспечение плодовых растений азотом имеет большое значение. Особенно много азота растения потребляют в период усиленного роста побегов и формирования плодов [14].

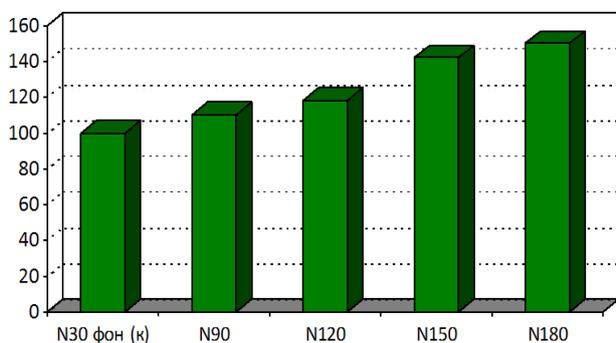
Если почва в междурядьях сада содержится под травяным покровом (задернение), то содержание доступного азота в почве (нитраты) резко снижается, поэтому дозу азотных удобрений необходимо увеличивать, особенно в садах на склонах [6].

В целом состояние деревьев сливы, размещенных по контурной посадке и произрастающих на данной почве, можно оценить как достаточно хорошее. Это достигается правильным уходом за садом, проявлением ряда биологических особенностей сливы и др. Однако низкое естественное плодородие почв, конкуренция травянистой растительности с плодовыми деревьями за влагу и элементы минерального питания, особенно

нитратный азот, все же имеют место. Поэтому внесение повышенных доз азотных удобрений в опыте положительно влияло на рост и урожай сливы.

Длина окружности штамба является величиной, наиболее полно характеризующей условия среды для роста плодовых растений.

Из данных, представленных на рисунке 1, видно, что у сливы сорта Кабардинская ранняя, произрастающей на нетеррасированном склоне, находящемся под длительном задернении, в результате применения азотных удобрений прирост окружности штамба имеет значимые отличия.



**Рисунок 1.** Прирост длины окружности штамба дерева в % к контролю

**Figure 1.** Increase in the circumference of the tree trunk in % of the control

Все дозы азота положительно влияли на рост деревьев сливы, при этом чем выше была норма удобрений, тем сильнее отмечено их воздействие. Так, прирост длины окружности штамба возрастал от 10% при внесении N90, до 50% – при внесении N180. Такую существенную прибавку можно объяснить нехваткой азота в почве в условиях длительного естественного задернения. Это указывает на то, что в подобных условиях на серых лесных почвах в интенсивных сливовых насаждениях нормы внесения азотных удобрений должны быть выше, чем принято для садов на равнинных высокоплодородных почвах.

В условиях серой лесной почвы садов на склонах с относительно невысоким плодородием мы пришли к заключению, что улучшение режима минерального питания, особенно азотного, должно стать базой для повышения продуктивности сливы.

**Таблица 2.** Воздействие азотных удобрений на продуктивность сливовых деревьев на склоне (сорт – Кабардинская ранняя, схема посадки – 5×3 м, посадка деревьев – по контуру)

**Table 2.** The impact of nitrogen fertilizers on the productivity of plum trees on the slope (variety – Kabardinskaya early, planting scheme – 5×3 m, planting trees – along the contour)

№ п/п	Вариант	Урожайность в среднем за 3 года исследований, т/га	Урожайность в % к контролю
1	N30 фон (к)	28,6	-
2	N90	31,2	108,7
3	N120	32,2	112,6
4	N150	35,2	122,8
5	N180	36,0	125,7
НСР <sub>05</sub>		6,0	

Из данных, представленных в таблице 2, можно заключить, что азотные удобрения положительно влияли на продуктивность деревьев сливы сорта Кабардинская ранняя. Причем отмечено, что в 1-й год применения удобрений заметное действие было лишь в вариантах с высокими нормами удобрений (N150 и N180 кг/га), где урожай увеличился на 7-8%. На остальных вариантах высокое влияние азота не отмечалось. На 2-й год проведения опытов значительная прибавка урожая была зафиксирована на всех вариантах внесения удобрений – от 15,5% во 2-м варианте до 32% в 5-м варианте. Такая же тенденция сохранилась и на 3-й год. Прибавка урожая составила от 11,3% (во 2-м варианте) до 40,7% (в 5-м варианте). Таким образом, эффективность удобрений была прямо пропорциональна норме внесения азота в почву. В среднем за 3 года применения удобрений прибавка урожая составила от 8,7% на 2-м варианте, до 25,7% на 5-м варианте.

Результаты исследований свидетельствуют, что нормы внесения удобрений для садов на склонах, тем более в условиях естественного задернения и скашивания травостоя один раз за сезон должны быть выше, чем в садах на равнине. Оптимальная доза их составит N90-N180. Однако она может колебаться в зависимости от интенсивности цветения деревьев в текущем году, образования завязи и ожидаемого урожая. Удобрения рекомендуется вносить в 2-3 срока.



**Рисунок 2.** Высокий урожай сливы сорта Кабардинская ранняя в опыте с внесением N90  
**Figure 2.** High yield of Kabardinskaya early plum in the experiment with the application of N90

Также следует отметить, что на основании современной концепции агротехнологии и развития садоводства в настоящее время необходимо полностью отказаться от практики однократного скашивания травы в междурядьях садов на склонах (на сено) в пользу 3-4-кратного скашивания на мульчу. Кроме того, обязательным элементом технологии возделывания сада должна являться 2-кратная обработка приствольной полосы гербицидами – весной при высоте травостоя 15-20 см (в период до цветения) и повторная – летом после отрастания травостоя. При обильном урожае для улучшения качественных показателей плодов рекомендуется 2-3-кратная некорневая подкормка деревьев сливы удобрениями, содержащими NPK и микроэлементы. Такие подкормки можно совмещать с обработкой

насаждений против болезней и вредителей в составе баковых смесей.

**Выводы.** При возделывании интенсивного сливового сада под длительным естественным задернением и посадки без специальной подготовки почвы на склонах применение азотных удобрений является ключевым фактором повышения урожайности.

Азотные удобрения положительно влияют на продуктивность деревьев сливы сорта Кабардинская ранняя. Причем в первый год применения удобрений эффективны только высокие нормы удобрений (N150 и N180 кг/га), повышающие урожай на 7-8%. Последствие пониженных норм азотных удобрений (N90, N120) на серых лесных почвах обеспечивает прибавку урожая сливы в 15,5% и 18,3%.

#### Список литературы

1. Еремин Г. В., Кехаев В. К., Проворченко А. В., Подорожный В. К. Пути интенсификации производства плодов косточковых культур в Краснодарском крае. Научно-технический прогресс в садоводстве. ВСТИСП, 2003. С. 65–71.
2. Хроменко В. В., Воробьев В. Ф. Перспективы повышения экономики производства плодовых культур на основе модернизации технологии [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013. № 23(5). С. 146–150. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/05/16.pdf>. (дата обращения: 02.02.2023).
3. Еремин Г. В., Заремук Р. Ш. Совершенствование сортимента сливы домашней на Юге России // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 5. С. 33–35.
4. Расулов А. Р., Бесланев Б. Б., Калмыков М. М., Уянаев А. Б. Оптимизация почвенного питания на склоновых землях Кабардино-Балкарии в связи с освоением их под сады // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 7–15.

5. Заремук Р. Ш., Богатырева С. В. Создание адаптивных и продуктивных сортов сливы домашней на Юге России // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 5. С. 18–20.
6. Лучков П. Г. Садоводство на склонах. М.: Россельхозиздат, 1985. – 151 с.
7. Емишев Х. С. Формирование сортимента и разработка некоторых агротехнических элементов возделывания сливы в предгорьях Северного Кавказа: автореферат диссер. ... канд. с.-х. наук. Нальчик, 2005. 20 с.
8. Емишев Х. С. Перспективные сорта сливы и алычи в Кабардино-Балкарии / Промышленное садоводство Кабардино-Балкарии. Нальчик, 1990. 18 с.
9. Еремин Г. В., Проворченко А. В. Перспективная форма кроны для сливы крупноплодной // Садоводство и виноградарство. 1995. № 3. С. 9–11.
10. Алексеева С. А. Защита плодовых от вредителей и болезней. Нальчик: Эльбрус, 1985. 80 с.
11. Кондаков А. К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур. Мичуринск, 2007. 326 с.
12. Приймак А. К. Удобрение плодовых культур. Краснодар, 1958. 117 с.
13. Рубин С. С. Удобрение плодовых и ягодных культур. Москва: Колос, 1974. 222 с.
14. Васкан Г. К. Влияние удобрений на растения и урожай сливы и яблони // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1958. № 6. С. 32.
15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова. Орел, 1999. 606 с.
16. Практикум по агрохимии / под ред. Б. А. Ягодина. Москва: Агропромиздат, 1987. 512 с.

#### References

1. Yeremin G.V., Kekhayev V.K., Provorchenko A.V., Podorozhnyy V.K. *Puti intensivifikatsii proizvodstva plodov kostochkovykh kul'tur v Krasnodarskom krae* [Ways of intensifying the production of stone fruits in the Krasnodar Territory]. *Nauchno-tekhnicheskiiy progress v sadovodstve* [Scientific and technical progress in horticulture]. VSTISP, 2003. Pp. 65–71. (In Russ.)
2. Khromenko V.V., Vorobyov V.F. Prospects for increasing the economy of fruit crop production based on technology modernization. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2013;23(5):146–150. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/05/16.pdf>. (Accessed: 02.02.2023). (In Russ.)
3. Yeremin G.V., Zaremuk R.Sh. Improvement of the assortment of domestic plums in the south of Russia. *Vestnik Rossiyskoy akademii selskokhozyajstvennykh nauk*. 2011;(5):33–35. (In Russ.)
4. Rasulov A.R., Beslaneev B.B., Kalmykov M.M., Uyanaev A.B. Optimization of soil nutrition on the slope lands of Kabardino-Balkaria in connection with their development for gardens. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):7–15. (In Russ.)
5. Zaremuk R.Sh., Bogatyreva S.V. Creation of adaptive and productive grades of plum house in the south of Russia. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2012;(5):18–20. (In Russ.)
6. Luchkov P.G. *Sadovodstvo na sklonakh*. [Gardening on the slopes]. Moscow: Rossel'khozizdat, 1985. 151 p. (In Russ.)
7. Yemishev Kh.S. *Formirovaniye sortimenta i razrabotka nekotorykh agrotekhnicheskikh elementov vozdeleyvaniya slivy v predgor'yakh Severnogo Kavkaza* [Formation of assortment and development of some agrotechnical elements of plum cultivation in the foothills of the North Caucasus]: *avtoreferat disser. ... kand. s.-kh. nauk*. Nalchik, 2005. 20 p. (In Russ.)
8. Yemishev Kh. S. *Perspektivnyye sorta slivy i alychi v Kabardino-Balkarii* [Promising varieties of plums and cherry plums in Kabardino-Balkaria]. *Promyshlennoye sadovodstvo Kabardino-Balkarii*. Nalchik, 1990. 18 p. (In Russ.)
9. Yeremin G.V., Provorchenko A.V. A promising crown form for large-fruited plums. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 1995;(3):9–11. (In Russ.)
10. Alekseyeva S.A. *Zashchita plodovykh ot vreditel'ey i bolezney* [Protection of fruit trees from pests and diseases]. Nalchik: El'brus, 1985. 80 p. (In Russ.)
11. Kondakov A.K. *Udobreniye plodovykh derev'yev, yagodnikov, pitomnikov i tsvetochnykh kul'tur* [Fertilization of fruit trees, berries, nurseries and flower crops]. Michurinsk, 2007. 326 p. (In Russ.)
12. Priymak A.K. *Udobreniye plodovykh kul'tur* [Fertilizer of fruit crops]. Krasnodar, 1958. 117 p. (In Russ.)
13. Rubin S.S. *Udobreniye plodovykh i yagodnykh kul'tur* [Fertilization of fruit and berry crops]. Moscow: Kolos, 1974. 222 p. (In Russ.)
14. Vaskan G.K. Influence of fertilizers on plants and crops of plums and apples. *Sadovodstvo, vinogradarstvo i vinodeliye Moldavii*. 1958;(6):32. (In Russ.)

15. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur* [Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops]. Ed. E.N. Sedov. Orel, 1999. 606 p. (In Russ.)
16. *Praktikum po agrokhimii* [Workshop on agrochemistry]. Ed. B.A. Yagodina. Moscow: Agropromizdat, 1987. 512 p. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Расулов Абдулабек Расулович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5766-2345, Author ID: 419078

**Бесланев Беслан Борисович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры садоводства и лесного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 1057456

**Калмыков Муказир Мухабович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 744369

**Уянаев Алим Борисович** – научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»

#### Information about the authors

**Abdulabek R. Rasulov** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5766-2345, Author ID: 419078

**Beslan B. Beslaneev** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Horticulture and Forestry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 1057456

**Mukazir M. Kalmykov** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 744369

**Alim B. Uyanaev** – Research Associate, The North Caucasian Scientific Research Institute of Mountain and Foothill Gardening

---

**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 21.02.2023;  
одобрена после рецензирования 09.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 21.02.2023;  
approved after reviewing 09.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

## 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 636.59:636.082.474

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-63-71

**Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц.  
Последствия термического воздействия на эмбриогенез перепелов**

**Виктор Викторович Малородов<sup>✉1</sup>, Борислав Константинович Козлов<sup>2</sup>**

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,  
ул. Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127434

<sup>✉1</sup>malorodov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9033-7552>

**Аннотация.** Выполнено исследование с целью формирования графического атласа для биологического контроля инкубации яиц перепелов в период от закладки до вывода при нормативных условиях в сравнении с термическим воздействием на эмбриогенез. В результате выявления последствий инкубирования яиц в условиях пониженной температуры воздуха установлено, что режим инкубации с понижением температуры приводит к снижению вывода перепелят в сравнении с нормативным режимом, увеличению числа аномальных изменений в развитии организма. Повышение температуры воздуха на протяжении 16 суток инкубации перепелиных яиц приводит с 10-х суток развития эмбрионов к массовому отходу до 90%, что делает невозможным вывод перепелят в условиях постоянной температуры воздуха в инкубаторе на уровне 39,1°C. Таким образом, установлены критические периоды в эмбриогенезе перепелов, приводящие при термическом воздействии в процессе инкубации яиц к летальным исходам. Показаны морфометрические, фотографические и зоотехнические доказательства невозможности нарушения режимов инкубации яиц перепелов в пределах нарушения  $\pm 1,5^\circ\text{C}$  от норматива 37,6°C. Приведены визуальные примеры отходов инкубации. Полученные в исследовании результаты могут быть использованы при биологическом контроле инкубации в условиях перепелиных хозяйств в качестве наглядного пособия.

**Ключевые слова:** атлас биологического контроля, инкубация перепелиных яиц, термическое воздействие, эмбриогенез, вывод перепелят, аномалия развития перепелов

**Для цитирования.** Малородов В. В., Козлов Б. К. Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц. Последствия термического воздействия на эмбриогенез перепелов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. №1(39) С. 63–71.  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-63-71

Original article

## Atlas of biological control of incubation of quail eggs. Consequences of thermal impact on quail embryogenesis

Viktor V. Malorodov<sup>✉1</sup>, Borislav K. Kozlov<sup>2</sup>

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Street, Moscow, Russia, 127434

<sup>✉1</sup>malorodov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9033-7552>

**Abstract.** A study was carried out in order to form a graphic atlas for biological control of the incubation of quail eggs in the period from laying to hatching under regulatory conditions in comparison with thermal effects on embryogenesis. As a result of the identification of the consequences of incubating eggs in conditions of low air temperature, it was found that the incubation mode with a decrease in temperature leads to a decrease in the output of quail in comparison with the regulatory regime, an increase in the number of abnormal changes in the development of the organism. An increase in air temperature during 16 days of incubation of quail eggs leads to a mass waste of up to 90% from the 10th day of embryo development, which makes it impossible to hatch quail in conditions of constant air temperature in the incubator at 39.1°C. Thus, critical periods in the embryogenesis of quails have been established, leading to fatal outcomes under thermal exposure during egg incubation. Morphometric, photographic and zootechnical evidence of the impossibility of violating the incubation regimes of quail eggs within the violation of  $\pm 1.5^\circ\text{C}$  from the norm of 37.6°C is shown. Visual examples of incubation waste are given. The results obtained in the study can be used for biological control of incubation in quail farms as a visual aid.

**Keywords:** atlas of biological control, incubation of quail eggs, thermal effects, embryogenesis, brood of quail, anomaly of quail development

**For citation.** Malorodov V.V., Kozlov B.K. Atlas of biological control of incubation of quail eggs. Consequences of thermal impact on quail embryogenesis. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):63–71. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-63-71

**Введение.** Ритмичность производства в практике птицеводства характеризуется непрерывным последовательным процессом обновления стада птицы посредством круглогодичной инкубации яиц. Перепеловодство отличается относительно низким уровнем рентабельности производства (до 5%) в связи с высокими затратами комбикорма на производство 1 кг продукции. Однако перепела считаются модельными объектами исследований, что подтверждается скоростью роста и быстротой воспроизводства поколений птицы [1–4]. Данный факт указывает на необходимость увеличения поголовья перепелов, что невозможно без учета критических периодов в инкубации, исключающих снижение выводимости яиц, вывода и возникновения аномалий развития перепелат.

Эмбриональное развитие, вывод и выживаемость перепелов зависят от нескольких факторов, таких как хранение яиц до закладки на инкубацию, частота и угол поворота лотков с инкубационными яйцами, относительная

влажность воздуха, но значительна доля влияния температуры воздуха в инкубаторе [5, 6].

Биологический контроль в процессе эмбриогенеза перепелат позволяет выявить проблемы, связанные не только с качеством яиц, но и с режимом инкубации, например, некорректная работа датчиков учета микроклиматических параметров воздушной среды инкубатора. Известно, что отклонение температуры воздуха в пределах  $\pm 0,75^\circ\text{C}$  не приводит к серьезным последствиям в процессе инкубации [7–9], что также показано в исследовании по изучению маркерных периодов в эмбриогенезе перепелов при нормативных параметрах инкубации. В опыте продемонстрировано нормальное развитие перепелов, однако не учтен фактор термического воздействия на инкубационные яйца перепелов в аспекте внешних признаков и морфометрии эмбрионов [1].

В связи с этим целью исследования является составление ежесуточного атласа биологического контроля инкубации перепе-

линых яиц на фоне отрицательного и положительного термического воздействия с перспективой предотвращения массового отхода в процессе эмбриогенеза.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования выполнены в 2022 году на базе учебно-производственного птичника РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Было сформировано 2 группы по 150 яиц со средней массой 11 г в каждой, полученных от 12-недельного одновозрастного родительского стада маньчжурских перепелов мясо-яичного направления продуктивности, которые заложили в инкубаторы Рэмил-480 по схеме, представленной в таблице 1. Для биологического контроля инкубации

каждые сутки отбирали по 5 яиц из группы методом случайной выборки от общей закладки и вскрывали для определения качества протекания эмбриогенеза или установления причин гибели эмбриона, затем проводили фотографирование содержимого яиц, измерение и описание эмбрионов перепелов. Из каждой группы было вскрыто по 80 яиц соответственно, оставшиеся 140 яиц из групп 1 и 2 инкубировали для установления результатов инкубации. Температуру воздуха в инкубаторе фиксировали по сухому термометру. Под кондиционированием следует понимать приоткрытие заслонки инкубатора на 100-120 мм с целью дополнительного поступления воздуха.

**Таблица 1.** Схема исследования\*  
**Table 1.** Research scheme\*

Период инкубации, сутки	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Поворот яиц, раз в сутки	Кондиционирование 1 раз в сутки, минут при T=+27°С, ОВ=60%.
Группа 1 (-1,5°С от норматива*)				
1-12	36,1	58	24	5
13-15	35,8	53	24	20
16-17	35,7	47	-	-
Группа 2 (+1,5°С от норматива)				
1-12	39,1	58	24	5
13-15	38,8	53	24	20
16-17	38,7	47	-	-

*Примечание:* \* за нормативные параметры инкубации приняты данные из методических наставлений [10]

**Результаты исследования.** В абсолютных значениях длина тела эмбриона в условиях нормативной инкубации (нормальное развитие) изменяется в пределах от 7,5 мм в 4-суточном возрасте до 55,9 мм на 16-е сутки перед выводом, таким образом увеличивается в 7,45 раз. В группе 1 аналогичный показатель в 7,42 раз, в группе 2 – в 7,14 раз, что несколько ниже в сравнении с контролем. Сравнительный аспект с контролем указывает на существенное отставание в росте эмбрионов групп 1 и 2 на 6-е сутки инкубации в среднем на 5,0 и 7,0 мм соответственно (или на 27,0 и 37,8%) в связи с термическими факторами. В дальнейший период инкубации до вывода прослеживается аналогичная тенденция. На 16-е сутки инкубации, перед выводом, эмбрионы перепелят группы 1 превосходили своих сверстников группы 2 в среднем на 1,5 мм или на 3,0%, что свидетельствует о предпочтительном охлажде-

нии яиц в сравнении с прогревом. Группы 1 и 2 уступали контролю по изучаемому показателю на 2,8 мм (5,2%) и на 4,3 мм (8,0%) в предвыводной период (табл. 2). В данной таблице важно отметить как интервальные морфометрические значения, так и средние, так как необходимо проследить разнообразие развития эмбрионов перепелов одной партии.

**Описание развития эмбрионов при пониженной температуре воздуха** (рис. 1). Спустя сутки инкубации диаметр зародышевого диска варьируется от 6 мм до 9 мм, при норме 11 мм. На 2-е сутки хорошо заметно развитие кровяных сосудов, головной мозг имеет отчетливо выраженные отделы, видны глазные бокалы и слуховые пузырьки, сердце ритмично сокращается. Диаметр сосудистого поля варьируется от 6 до 10 мм – при нормальном развитии от 7,6 до 13,9. Крупные артерии желточного мешка слабо заметны.

**Таблица 2.** Морфометрия эмбрионов перепелов, мм  
**Table 2.** Morphometry of quail embryos, mm

Период инкубации, сутки	Контроль (нормальное развитие)*	Группа 1 (-1,5°C от норматива)	Группа 2 (+1,5°C от норматива)
4	7,5-9,5 (8,5) **	7,0-10,0 (8,5)	7,0-11,0 (9,0)
5	11,5-15,5 (13,5)	12,0-13,0 (12,5)	13,0-15,0 (14,0)
6	17,5-19,5 (18,5)	13,0-14,0 (13,5)	9,0-14,0 (11,5)
7	18,0-25,0 (21,5)	17,0-21,0 (19,0)	19,0-20,0 (19,5)
8	21,0-28,0 (24,5)	23,0-25,0 (24,0)	22,0-26,0 (24,0)
9	26,4-37,3 (31,8)	23,0-26,0 (24,5)	28,0-30,0 (29,0)
10	37,5-41,5 (39,5)	30,0-34,0 (32,0)	31,0-35,0 (33,0)
11	41,3-45,8 (43,5)	37,0-39,0 (38,0)	36,0-37,0 (36,5)
12	45,3-49,3 (47,3)	42,0-46,0 (44,0)	37,0-38,0 (37,5)
13	47,5-53,4 (50,4)	45,0-47,0 (46,0)	40,0-46,0 (43,0)
14	50,5-55,2 (52,8)	49-51,0 (50,0)	46,0-49,0 (47,5)
15	51,8-55,9 (53,8)	50-52,0 (51,0)	49,0-50,0 (49,5)
16	51,8-55,9 (53,8)	50-52,0 (51,0)	49,0-50,0 (49,5)

*Примечание:* \* за контроль приняты данные, полученные ранее при нормативных условиях инкубации [1]; \*\* в скобках рассчитано среднее значение.

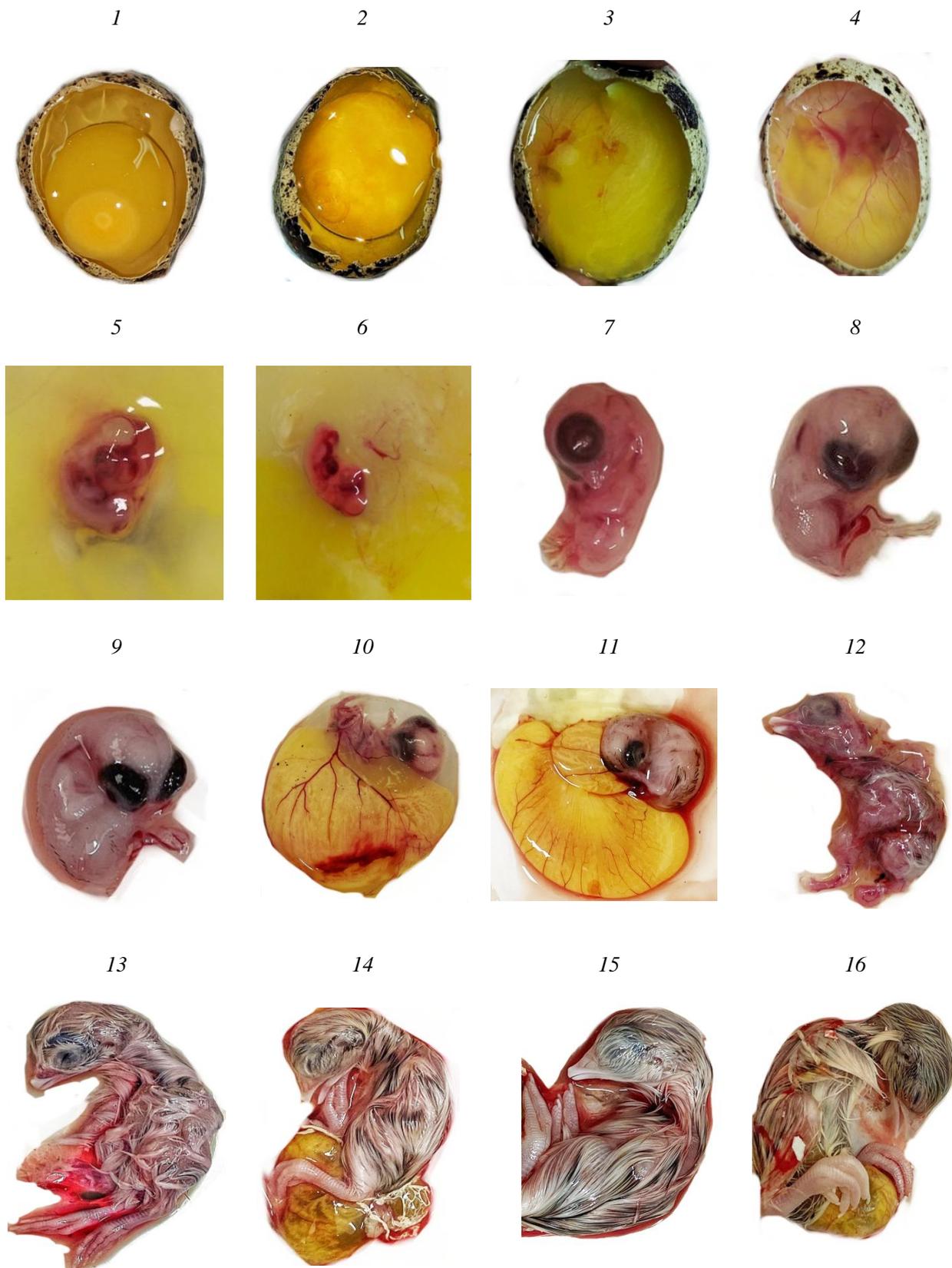
На 4-е сутки заметен аллантоис – достиг середины яичной стенки, образовывается желточный мешок. Виден глаз, нервный ствол, сосуды, бугорки клюва, конечностей, мозговой бугор, начинает выделяться вода – продукт жизнедеятельности. При аномальном развитии на 5-е сутки в воздушной камере и под аллантоисом большое количество воды, эмбрион смещен к стенке яйца (присыхает к ней). Амнион слабо выражен или развивается по одной стороне. На 6-е сутки 2 из 5 эмбриона были с отклонениями. При отклонениях в воздушной камере наблюдалось большое количество влаги или же ее почти не было. В обоих случаях эмбрион утоплен в желтке, аллантоис не развит, мозговой бугор меньше, чем у нормально развивающихся. Период на 7-е сутки – важный этап в формировании перепелиных эмбрионов: оформляется клюв, появляются зачатки перьев, сустав конечностей, мозговой бугор начинает рассасываться. Голова по объему равна телу. На данном этапе нет ярко выраженных отклонений. Однако при снижении температуры на 1,5 градуса у эмбрионов отсутствуют зачатки перьев на спине и яичный зуб на клюве. На 10-е сутки аллантоис смыкается над белком, развивается перьевой покров, клюв ороговевает, конечности заметно удлиняются. Появляются зачатки когтей. На данном этапе из заметных различий с нормальным режимом

инкубации – жидкое оперение. На 11-е сутки глаза эмбриона закрыты, ювенальный пух покрывает не все тело (при нормативной инкубации у эмбриона на этой стадии покрыто все тело). Заметен яичный зуб, когти. На данной стадии эмбрион поглощает белок, поэтому заметен только желток и большое количество воды. Становится заметно большое количество крови. На 12-е сутки тело полностью покрыто пухом, веки закрыты. На 13-е сутки, как и при нормальном развитии, видны чешуйки на ногах, хороший плотный пух. Однако у всех 5 эмбрионов наблюдалась обильная кровопотеря, заметны сосуды на ногах. На 14-е сутки эмбрион приближается к развитию к развитию эмбрионов при нормативной инкубации. На 15-е сутки эмбрион выглядит как суточный перепеленок. Желток уменьшается и уплотняется. В отличие от нормы, выделяется много воды. На 16-е сутки желточные мешки всосались. У эмбрионов сморщенные конечности, которые хаотично дергаются, пальцы не разгибаются.

**Описание развития эмбрионов при повышенной температуре воздуха** (рис. 2). Спустя сутки инкубации диаметр зародышевого диска варьируется от 7 до 12 мм. На 3-и сутки 2 из 5 эмбрионов присохли к стенке яиц, потеряв форму. Остальные яйца – ложнооплодотворенные. На 4-е сутки у 1 из 5 эмбрионов аллантоис полностью замкнулся.



**Рисунок 1.** Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц при пониженной температуре воздуха на 1,5°C (1-16 – сутки)  
**Figure 1.** Atlas of biological control of incubation of quail eggs at a low air temperature of 1.5°C (1-16 – day)



**Рисунок 2.** Атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц при повышенной температуре воздуха на  $1,5^{\circ}\text{C}$  (1-16 – сутки)  
**Figure 2.** Atlas of biological control of incubation of quail eggs at an elevated air temperature of  $1.5^{\circ}\text{C}$  (1-16 – day)

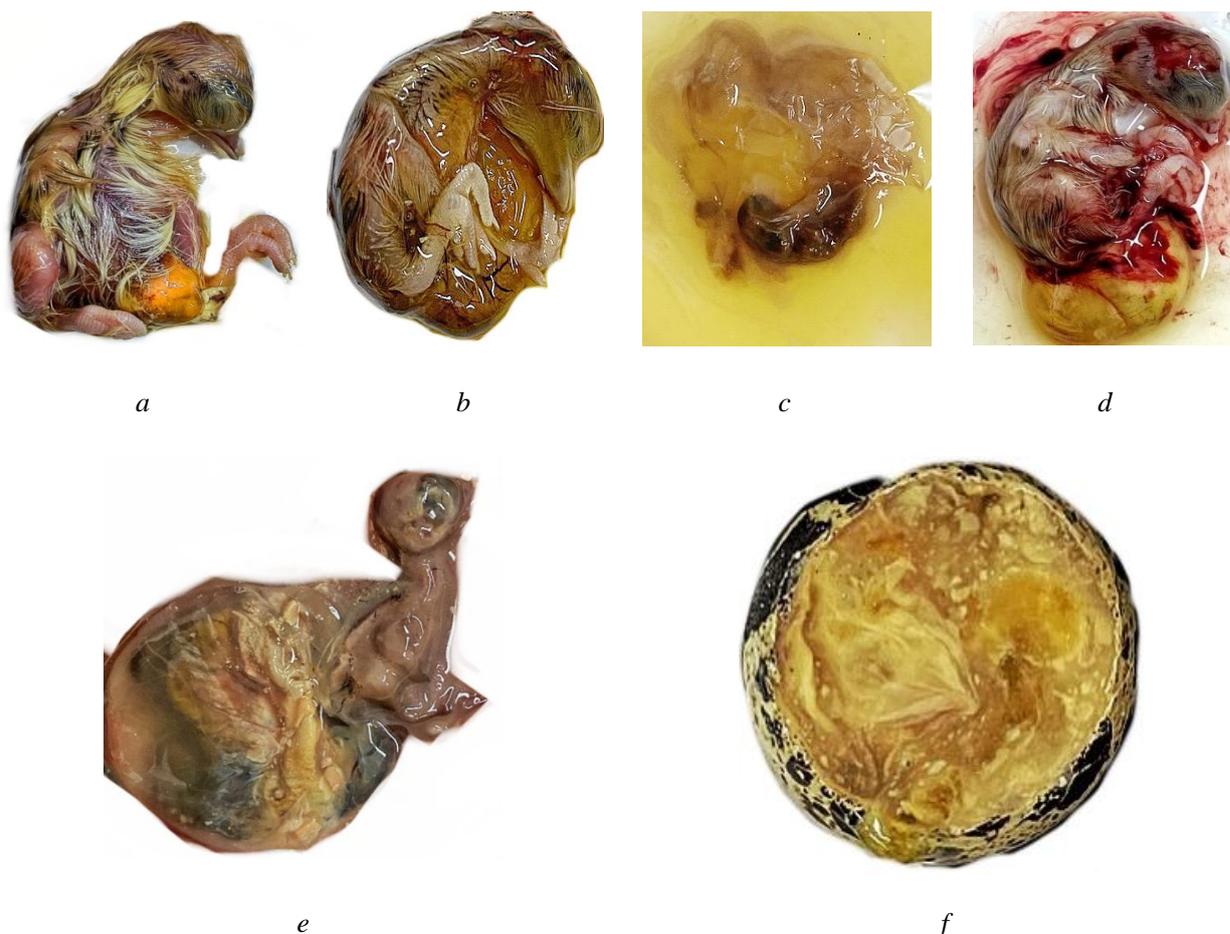
На 5-е сутки у 1 из 5 эмбрионов отсутствовал аллантоис и желточный мешок. На 6-е сутки 2 из 5 эмбрионов были более развиты, но также без аллантоиса и желточного мешка. У других эмбрионов развитие совпадало с 6-ми сутками нормативного режима инкубации, однако у всех отсутствовали зачатки пальцев. На 7-е сутки развития эмбриона отсутствуют зачатки перьев. На 8-е сутки эмбрионы имеют бледный цвет, формируются чешуйки. На 10-е сутки 2 из 5 эмбрионов имели сгустки крови на желтке, отсутствовали когти, конечности были короче в сравнении с нормальным развитием. На 11-е сутки у всех эмбрионов желток мягкий и очень жидкий – не соответствует возрасту, начинают формироваться когти. На 16-е сутки развитие выживших эмбрионов в соответствии с нормой.

В таблице 3 приведены результаты инкубации перепелиных яиц, в которых отмечены низкий вывод перепелят в группе 1, практически полностью отсутствует вывод в группе

2. По результатам вскрытия в группе 1 установлено 12,8% погибших эмбрионов, в группе 2 – 74,3%. Увеличение отходов и аномалий инкубации наблюдается с середины периода (8-е, 9-е сутки) в связи с увеличением температуры тела эмбрионов. Также важно отметить, что на протяжении всего периода инкубации эмбрионы отстают в развитии на 12-18 часов на фоне термических факторов.

**Таблица 3.** Результаты инкубации, % (n = 70)  
**Table 3.** Incubation results, % (n = 70)

Показатель	Группа 1 (-1,5°C от норматива)	Группа 2 (+1,5°C от норматива)
Вывод перепелят	64,3	2,9
Неоплодотворенные яйца	22,9	22,8
Замершие	5,7	52,9
Задохлики	7,1	21,4



**Рисунок 3.** Отходы инкубации при пониженной (a-d) и повышенной (e, f) температуре воздуха в инкубаторе  
**Figure 3.** Hatching waste at low (a-d) and high (e, f) air temperatures in the incubator

На рисунке 3 представлены примеры отхождений инкубации на фоне термических факторов. На рисунке 3а длина эмбриона 53 мм, удлинённые конечности, покрыт слизью, погиб на 16-х сутках инкубации. На рисунке 3б эмбрион в слизи, деформирован, желтка и белка практически нет, погиб на 12-х сутках. На рисунке 3с эмбрион погиб на 11-х сутках: большое содержание желтка, желточный мешок и амнион уменьшены в сравнении с нормой. На рисунке 3д у эмбриона плотный желточный мешок, присутствует перьевой покров, весь эмбрион покрыт слизью, погиб на 13-х сутках. На рисунке 3е замерший эмбрион. На рисунке 3ф высохший эмбрион.

**Выводы.** Составлен атлас биологического контроля инкубации перепелиных яиц при

воздействии термических факторов (снижение и повышение температуры воздуха в инкубаторе на 1,5°C относительно нормативных рекомендаций) с учетом предшествующего опыта определения маркерных периодов в эмбриогенезе перепелов в нормативных условиях инкубации. Показаны морфометрические, фотографические и зоотехнические доказательства невозможности нарушения режимов инкубации яиц перепелов в пределах нарушения  $\pm 1,5^\circ\text{C}$  от норматива  $37,6^\circ\text{C}$ . Приведены визуальные примеры отхождений инкубации. Полученные в исследовании результаты могут быть использованы при биологическом контроле инкубации в условиях перепелиных хозяйств в качестве наглядного пособия.

### Список литературы

1. Афанасьев Г. Д., Попова Л. А., Комарчев А. С., Шеху С. С. Маркерные периоды в эмбриональном развитии японского перепела // *Птицеводство*. 2016. № 6. С. 40–43.
2. Дымков А. Б., Фисинин В. И. Породная дифференциация перепелов (*Coturnix Japonica*) по морфологическим признакам яйца // *Сельскохозяйственная биология*. 2022. Т. 57. № 4. С. 694–705.
3. Ройтер Я. С., Дегтярева Т. Н., Дегтярева О. Н., Аншаков Д. В. Генофонд пород перепелов: состояние и перспективы использования // *Птицеводство*. 2017. № 6. С. 7–11.
4. Nowaczewski S., Kontecka H., Rosiński A. Effect of Japanese quail eggs location in the setter on their weight loss and eggshell temperature during incubation as well as hatchability results // *Archiv fur Geflugelkunde*. July 2012. 76(3):168–175.
5. Энеев С. Х., Абдулхаликов Р. З., Хулаев М. М. Инкубационные качества яиц и результаты выращивания цыплят-бройлеров кроссов Cobb-500 и Hubbard/Isa в условиях птицефабрики «Кабардино-Балкарская» // *Зоотехния*. 2013. № 5. С. 30–31.
6. Yalcin S., Siegel P.B. Exposure to cold or heat during incubation on developmental stability of broiler embryos // *Poultry Science*. October 2003. 82(9):1388-92. DOI:10.1093/ps/82.9.1388.
7. Бессарабов Б. Ф. Инкубация яиц с основами эмбриологии сельскохозяйственной птицы. Москва: КолосС. 2006. 240 с.
8. Дядичкина Л., Главатских О., Позднякова Н. Оптимальные температура и влажность в инкубаторе // *Птицеводство*. 2003. № 2. С. 4-5.
9. Abdel-Kareem Abuoghaba A, Ali F, Ismail II, Saleh M. Impact of acute short-term high thermal stress during early embryogenesis on hatchability, physiological body reaction, and ovarian follicles development of quails // *Poultry Science*. 2021 February.100(2):1213-1220. DOI: 10.1016/j.psj.2020.11.019.
10. Дядичкина Л. Ф., Позднякова Н. С., Мелехина Т. А., Цилинская Т. В., Гура И. В., Шевяков А. Н., Хребтова Е. В., Ребракова Т. М., Силаева А. В. Биологический контроль при инкубации яиц сельскохозяйственной птицы. Методические наставления. Сергиев Посад. 2014. 171 с.

### References

1. Afanasyev G.D., Popova L.A., Komarchev A.S., Shehu S.S. Marker periods in the embryonic development of the Japanese quail. *Ptitsevodstvo*. 2016;(6):40–43. (In Russ.)
2. Dymkov A.B., Fisinin.V.I. Differentiation of quail (*Coturnix japonica*) breeds based on the morphological parameters of eggs. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology]. 2022;57(4): 694–705. (In Russ.)

3. Roiter Ya.S., Degtyareva T.N., Degtyareva O.N., Anshakov D.V. Gene pool of quail breeds: present condition and prospects for practical application. *Ptitsevodstvo*. 2017. № 6. С. 7–11. (In Russ.)
4. Novachevsky S., Kontetska H., Rozinski A. The effect of placing Japanese quail eggs in an incubator on weight loss and eggshell temperature during incubation, as well as on hatchability. *Archiv fur Geflugelkunde*. July 2012. 76(3):168–175.
5. Eneev S.Kh., Abdulkhalikov R.Z., Khulaev M.M. Results of incubation qualities of eggs and broiler chickens of Cobb-500 and Isa Hubbard crosses in the conditions of the Kabardino-Balkarian poultry farm. *Zootechnia*. 2013;(5):30–31. (In Russ.)
6. Yalchin S., Siegel P.B. The effect of cold or heat during incubation on the stability of the development of broiler embryos. October 2003;82(9):1388-92. DOI: 10.1093/ps/82.9.1388.
7. Bessarabov B.F. *Inkubatsiya yaits s osnovami embriologii sel'skokhozyaystvennoy ptitsy* [Incubation of eggs with the basics of poultry embryology]. Moscow: KolosS. 2006. 240 p. (In Russ.)
8. Dyadichkina L., Glavatskikh O., Pozdnyakova N. Optimum temperature and humidity in the incubator. *Ptitsevodstvo*. 2003;(2):4-5. (In Russ.)
9. Abdel-Kareem Abuoghaba A, Ali F, Ismail II, Saleh M. Impact of acute short-term high thermal stress during early embryogenesis on hatchability, physiological body reaction, and ovarian follicles development of quails. *Poultry Science*. 2021 February.100(2):1213-1220. DOI: 10.1016/j.psj.2020.11.019.
10. Dyadichkina L.F., Pozdnyakova N.S., Melekhina T.A., Tsilinskaya T.V., Gura I.V., Shevyakov A.N., Hrebtova E.V., Rebrakova T.M., Silaeva A.V. *Biologicheskij kontrol' pri inkubatsii yaits sel'skokhozyaystvennoy ptitsy* [Biological control during incubation of poultry eggs]. Methodical instructions. Sergiev Posad, 2014. 171 p.

---

#### Сведения об авторах

**Малородов Виктор Викторович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», Author ID: 912461

**Козлов Борислав Константинович** – студент направления подготовки 36.03.02 «Зоотехния», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»

#### Information about the authors

**Viktor V. Malorodov** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Special Animal Husbandry, Russian State Agrarian University – named after K.A. Timiryazev, Author ID: 912461

**Borislav K. Kozlov** – Student of the Direction of Training 36.03.02 "Zootechny", Russian State Agrarian University – named after K.A. Timiryazev».

---

**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 that there is no conflict of interest.

---

Статья поступила в редакцию 14.02.2023;  
одобрена после рецензирования 01.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.

The article was submitted 14.02.2023;  
approved after reviewing 01.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.

Научная статья  
УДК 636.2:636.084  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-72-77

## Показатели белкового обмена у коров после родов и под влиянием лечебно-профилактических средств

Ибрагим Хасанович Таов<sup>✉1</sup>, Амир Тимурович Тарчоков<sup>2</sup>,  
Исмаил Анатольевич Биттиров<sup>3</sup>

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

<sup>✉1</sup>taova\_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8786-6899>

**Аннотация.** Статья посвящена изучению изменения иммунобиологической реактивности организма у коров в послеродовой период и под влиянием витамина А и тривитамина (витамин А, Д<sub>3</sub>, Е). Актуальность исследования заключается в том, что роль иммунных и других факторов в нарушении репродуктивной функции коров и влияния на них лечебно-профилактических средств представляет существенный интерес для развития молочного животноводства при прогнозировании продуктивных качеств потомства и целенаправленном отборе ремонтного молодняка в условиях сельскохозяйственного производства Кабардино-Балкарской Республики. Цель наших исследований – изучить действие восполнения дефицита витамина А в организме коров на воспроизводительные функции и состояние иммунной системы. Исследования проведены в 2020-2022 гг. на кафедре «Ветеринарная медицина» Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, в крестьянских (фермерских) хозяйствах КБР на животных голштинской породы черно-пестрой масти с высоким уровнем зоотехнического учета. Результаты проведенных исследований показали, что крайне важно знать, что среди многих факторов, влияющих на воспроизведение, особое место занимают иммунобиологические реакции разного типа, возникающие спонтанно в циркулирующей крови, либо в половых путях. Выяснено положительное действие обеспеченности организма коров витамином А на характер белкового обмена, в данном случае – в сторону усиления процессов ассимиляции (достоверное увеличение содержания общего белка у коров, обработанных витамином А, прежде всего за счет альбуминовой фракции на 10-й и 20-й день после родов).

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, послеродовой период, витамины, белковые фракции

**Для цитирования.** Таов И. Х., Тарчоков А. Т., Биттиров И. А. Показатели белкового обмена у коров после родов и под влиянием лечебно-профилактических средств // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. 1(39). С. 72–77.  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-72-77

Original article

## Indicators of protein metabolism of cows after childbirth and under the influence of therapeutic and prophylactic agents

Ibrahim Kh. Taov<sup>✉1</sup>, Amir T. Tarchokov<sup>2</sup>, Ismail A. Bittirov<sup>3</sup>

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

<sup>✉1</sup>taova\_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8786-6899>

**Abstract.** The article is devoted to the study of changes in the immunobiological reactivity of the body of cows in the postpartum period and under the influence of vitamin A and trivitamin (vitamin A, D<sub>3</sub>, E). The relevance of the study lies in the fact that the role of immune and other factors in the violation of the reproductive function of cows and the influence of therapeutic and prophylactic agents on them is of significant interest for the development of dairy farming in predicting the productive qualities of offspring and purposeful selection of replacement young animals in the conditions of agricultural production of the Kabardino-Balkarian Republic. The purpose of our research is to study the effect of replenishing vitamin A deficiency in the body of cows on reproductive functions and the state of the immune system. The studies were carried out in 2020-2022 at the Department of "Veterinary Medicine" of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University, on peasant (farmers) farms of the KBR on animals of the Holstein breed of black-and-white color with a high level of zootechnical registration. The results of the studies have shown that it is extremely important to know that among the many factors affecting reproduction, various types of immunobiological reactions that occur spontaneously in circulating blood or in the genital tract have a special place. The positive effect of the provision of the body of cows with vitamin A on the nature of protein metabolism has been found out, in this case, in the direction of strengthening the processes of assimilation (a significant increase in the content of total protein in cows treated with vitamin A, primarily due to the albumin fraction on the 10th and 20th day after birth).

**Keywords:** cattle, postpartum period, vitamins, protein fractions

**For citation.** Таов I.Kh., Tarchokov A.T., Bittirov I.A. Indicators of protein metabolism of cows after childbirth and under the influence of therapeutic and prophylactic agents. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):72–77. (In Russ.).  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-72-77

**Введение.** Согласно Л. Г. Зудилину [1], всестороннее изучение белковых веществ как основы жизни является ключевой проблемой биологии. Также им выявлено, что в организме животных при адаптации их к условиям существования совершаются глубокие внутренние изменения, которые оказывают влияние на функциональную деятельность всех органов, в том числе на воспроизводительную систему животных, что во многом определяет их хозяйственные качества.

Имеющиеся в литературе данные по настоящему вопросу скудные и в то же время очень противоречивые. Так, в последние годы внимание многих исследователей привлечено к изучению белкового состава у молочного скота в связи с такими факторами, как возраст [2], стельность [3, 4], воспроизводительность [5], иммунная реактивность [6], содержание белка в сыворотке крови во внутриутробный и постнатальный периоды [7], адаптационные способности новорожденных телят в зависимости от возраста их матерей [8] и т. д.

Работы, проведенные в нашей стране и за рубежом, по изучению белков сыворотки крови и их фракций у человека и животных

показывают, что белки – это рабочие инструменты, исполняющие генетические программы организма. Именно белкам принадлежит ведущая роль в обмене веществ и его фракции оказывают влияние на процессы размножения, устойчивость к различным заболеваниям [9].

Содержание в рационе полноценного белка в немалой степени определяет здоровую продуктивность и воспроизводительную способность коров [10]. Белки по своему биологическому значению принадлежат к числу важнейших составных частей организма, являясь необходимыми для его нормального роста, развития продуктивности и устойчивости по отношению к вредным воздействиям [11].

**Цель исследования** – изучить показатели белкового обмена у коров после родов и под влиянием лечебно-профилактических средств.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования проводились в 2020-2022 гг. в крестьянских хозяйствах КБР с высоким уровнем зоотехнического учета на животных черно-пестрой масти голштинской породы.

Согласно нормам кормления, рационы были сбалансированы по основным питательным веществам, кроме каротина (250-300 мг вместо 750-800 мг), в сыворотке крови животных после отела в марте-апреле содержалось всего лишь 0,4-0,5 мг% каротина вместо 1,3-1,4 мг%, в конце мая – 0,8-0,9 мг% вместо 2,5 г%.

Для изучения влияния витаминизации после отела животные были распределены на три группы. Первой опытной группе после отела с интервалом 5-7 дней вводили три-четыре раза масляный раствор витамина А (внутримышечно по 250-500 тыс.) Второй группе вводился в те же сроки подкожно тривитамин (10 мл), третья группа являлась контрольной. Кровь из яремной вены для исследований брали утром перед кормлением на 5, 10 и 20-й день после родов. Рефрактометрическим методом определяли уровень обмена веществ по содержанию в сыворотке общего белка [12]; его фракционному составу – методом электрофореза в агаровом геле [13]; иммуноэлектрофорез – по P. Grabar, S.A. Williams [14].

**Результаты исследования.** Изменения фракционного состава белков в течение послеродового периода показывают (табл. 1) высокое процентное содержание альбуминов в сыворотке крови исследуемых животных,

причем самым высоким в начале опыта оно было у коров первой опытной группы (46,95±1,15 против 45,47±2,03 в контроле и 44,73±1,31 – во второй группе). На этом основании мы можем утверждать, что повышение доли общего белка в сыворотке крови коров, обработанных витамином А, происходило главным образом за счет альбуминовой фракции. На десятый и двадцатый дни после родов различия в содержании этой фракции между коровами первой опытной и контрольной группы коров достоверно увеличивались (соответственно 48,89±1,03 против 44,14±1,89,  $p<0,05$ ; 44,38±1,42 против 37,92±1,89%,  $p<0,01$ ). По второй опытной группе, напротив, увеличение содержания общего белка происходило в основном за счет гамма-глобулиновой фракции, процентное содержание которой значительно увеличивалось уже на 5-й день после родов до 26,66±1,32 (против 24,11±1,48%). На 10-й день после родов различия по этому показателю между животными контрольной и опытной группой сглаживаются, а на 20-й концентрация гамма-глобулинов была практически одинаковой между коровами второй опытной и контрольной группами животных (27,41±1,17) против 27,84±1,65%).

**Таблица 1.** Изменения соотношения белковых фракций сыворотки крови коров под влиянием витамина А и тривитамина в послеродовом периоде  
**Table 1.** Changes in the ratio of protein fractions of blood serum of cows under the influence of vitamin A and trivitamin in the postpartum period

Дни послеродового периода	Статистические показатели	Белковые фракции, %					А/Г
		Альбумины	Глобулины				
			$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta$	$\Gamma$	
Контрольная группа (n=10)							
5-й	$X \pm m_x$	45,47±2,03	7,49±0,58	10,02±0,84	12,91±1,23	24,11±1,48	0,83
10-й	$X \pm m_x$	44,14±1,89	6,61±0,26	8,85±0,82	13,95±1,38	26,45±1,49	0,79
20-й	$X \pm m_x$	37,92±1,19	8,48±0,77	10,77±0,49	14,99±0,81	27,84±1,65	0,61
1 опытная (витамин А, n=25)							
5-й	$X \pm m_x$	46,95±1,15	7,17±0,42	8,90±0,58	11,11±0,73	25,87±1,32	0,89
10-й	$X \pm m_x$	48,89±1,08	7,21±0,57	8,17±0,60	10,12±0,41	25,61±1,17	0,96
20-й	$X \pm m_x$	44,38±1,42	6,73±0,37	10,28±0,53	11,86±0,63	26,75±1,34	0,80
2 опытная группа (n=25)							
5-й	$X \pm m_x$	44,73±1,31	6,33±0,53	9,64±0,60	12,64±0,70	26,66±1,32	0,82
10-й	$X \pm m_x$	42,98±1,58	6,06±0,42	10,76±0,53	13,38±0,69	26,82±1,03	0,75
20-й	$X \pm m_x$	39,27±1,55	8,15±0,69	11,41±0,35	13,76±0,67	27,41±1,17	0,65

Как показывает анализ данных таблицы 1, изменения соотношения белковых фракций в послеродовом периоде характеризуются, во-первых, снижением концентрации альбуминов, во-вторых – увеличением процента альфа-2-, бета- и гамма-глобулинов. Если у коров контрольной группы за это время содержание альбуминов снизилось на 7,55%, то у обработанных витамином А – только на 2,57, а тривитамином – на 5,46%. Увеличение же процента гамма-глобулинов у контрольных коров составило 3,73, а у животных обеих опытных групп – 1,55 и 1,15%.

Следует отметить также, что содержание альфа-2- и бета-глобулинов в течение опытного периода у первой опытной группы коров было ниже, чем у контрольных, причем наиболее существенные количественные изменения претерпевала бета-глобулиновая фракция на десятый и двадцатый дни после родов, когда уровень её достоверно уменьшился (соответственно  $10,12 \pm 0,41$  и  $11,86 \pm 0,63$  в сравнении с  $13,95 \pm 1,38$  и  $14,99 \pm 0,81\%$ ;  $p < 0,01$ ).

Что касается альбуминово-глобулинового соотношения, то у коров контрольной группы оно снизилось в течение послеродового периода с 0,83 до 0,61, тогда как у коров, обработанных витамином А, уже на пятый день оно было несколько выше (на 0,06), а на 10-й

день оно не снижалось, а повышалось на 0,07, превышая теперь соответствующий показатель коров контрольной группы на 0,17. К концу послеродового периода альбуминово-глобулиновое соотношение несколько снизилось, тем не менее оно было выше контрольной величины на 0,19.

У коров второй опытной группы альбуминово-глобулиновое соотношение на первых этапах опытного периода было несколько ниже, чем у контрольных коров (соответственно 0,82 и 0,83; 0,75 и 0,79), к концу исследований оказалось несколько высоким (0,65 и 0,61).

**Выводы.** 1. Повышение концентрации белка в послеродовой период в сыворотке крови у коров, обрабатываемых витаминами, происходило в основном за счет альбуминовой фракции, а у коров, обрабатываемых тривитамином, – за счет гамма-глобулинов.

2. Изменения соотношения белковых фракций в послеродовом периоде характеризуются, во-первых, снижением концентрации альбуминов, во-вторых – увеличением процента альфа-2-, бета- и гамма-глобулинов.

3. Альбумино-глобулиновый коэффициент сыворотки крови у коров, обрабатываемых витаминами в конце послеродового периода был выше, чем у контрольных животных.

### Список литературы

1. Зудилин В. А. Содержание гемоглобина и основных фракций крови в период половой охоты у коров // Бюллетень Всесоюзного института экспериментальной ветеринарии. 1973. Вып. 15. С. 47–48.
2. Таов И. Х. Динамика показателей белкового обмена у беременных коров // Ветеринария. 2002. № 7. С. 29–33.
3. Ездокова И. Ю. Динамика иммунологических показателей стельных коров // Ветеринария. 2007. № 2. С. 148–151.
4. Таов И. Х. Показатели белкового обмена у нетелей в течение стельности и под влиянием биотехнических обработок // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2022. № 3(37). С. 88–91.
5. Акимбаев Д. Е., Тусунов С. Д. Стимуляция воспроизводительной функции коров // Молодой ученый. 2017. № 6(140). С. 169–171.
6. Андреева А. В., Хакимова А. З. Содержание общего белка и иммуноглобулинов в крови телят при применении различных доз пробиотика «Ветоскорин Ж» // Актуальные вопросы иммунологии в разных отраслях Агропромышленного комплекса: материалы конференции. Омск. 2019. С. 21–24.
7. Таов И. Х., Улимбашев М. Б., Кулинцев В. В. Цитоморфологические показатели лимфоидной ткани и белкового состава крови крупного рогатого скота во внеутробный и постнатальный периоды // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 2. С. 55–59.
8. Тимченко Л. Д., Таов И. Х. Принципиальный подход к формированию групп животных-аналогов при изучении онтогенетических преобразований в организме // Достижения ветеринарной

медицины – XXI веку: материалы Международной научной конференции, посвященной 40-летию ИВМ АГУ. Барнаул. 2002. Часть 1. С 237-240.

9. Северин С. Е. Биохимические основы патологических процессов: монография. Москва: Медицина. 2000. 304с.

10. Кагермазов Ц. Б., Таов И. Х. Селекционно-племенная работа в молочном скотоводстве Кабардино-Балкарии // Молочное и мясное скотоводство. 2003. № 2. С. 15–19.

11. Шульга Н. Н. Динамика иммуноглобулинов в сыворотке крови и молозиве коров // Ветеринария. 2006. № 1. С. 45–47.

12. Петрунькина А. М. Практическая биохимия: 3-е изд., перераб. Ленинград: Медгиз. Ленинградское отделение. 1961. 428 с.

13. Грабар П., Буртэн П. Иммуноэлектроферетический анализ: применение для исследования биологических жидкостей человека: пер. с франц. М.: Иностранная литература, 1963. 206 с.

14. Grabar P., Williams S.A. Vethode permetta + Letude conjugee des proprietes electrophretiques et immunoeliques au serum sanguine // Biochim. Biophys. Acta. 1953. Vol. 10.133 p.

### References

1. Zudilin V.A. The content of hemoglobin and main blood fractions during estrus in cows]. *Byulleten' Vsesoyuznogo instituta eksperimental'noy veterinarii*. 1973;15:47–48. (In Russ.)

2. Таов I.Kh. Dynamics of indicators of protein metabolism of pregnant cows. *Veterinariya*. 2002;(7):29–33. (In Russ.)

3. Ezdokova I.Yu. Dynamics of immunological indicators of pregnant cows. *Veterinariya*. 2007;(2):148–151. (In Russ.)

4. Таов I.Kh. Indicators of protein metabolism of heifers during pregnancy and under the influence of biotechnical treatments. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2022;3(37):88–91. (In Russ.)

5. Akimbaev D.E., Tusunov S.D. Stimulation of the reproductive function of cows. *Young scientist*. 2017;6(140):169-171. (In Russ.)

6. Andreeva A.V., Khakimova A.Z. The content of total protein and immunoglobulins in the blood of calves when using various doses of the probiotic "Vetoscorin Zh". *Aktual'nye voprosy immunologii v raznykh otraslyakh Agropromyshlennogo kompleksa* [Topical issues of immunology in different sectors of the Agro-industrial complex]: *materialy konferentsii*. Omsk. 2019. Pp. 21–24. (In Russ.)

7. Таов I.Kh., Ulimbashiev M.B., Kulintsev V.V. Cytomorphological indicators of lymphoid tissue and protein composition of the blood of cattle during the extrauterine and postnatal periods. *Russian Agricultural Science*. 2018;(2):55–59. (In Russ.)

8. Timchenko L.D., Таов I.Kh. Principle approach to the formation of groups of animal analogues in the study of ontogenetic transformations in the body. *Dostizheniya veterinarnoy meditsiny – XXI veku*: [Achievements of veterinary medicine – XXI century]: *materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 40-letiyu IVM AGU*. Barnaul. 2002. Part 1. Pp. 237–240. (In Russ.)

9. Severin S.Ye. *Biokhimicheskiye osnovy patologicheskikh protsessov* [Biochemical foundations of pathological processes: monograph.]: monograph. Moscow: Meditsina. 2000. 304 p. (In Russ.)

10. Kagermazov Ts.B., Таов I.Kh. Selection and breeding work in dairy cattle breeding of Kabardino-Balkaria. *Dairy and meat cattle breeding*. 2003;(2):15–19. (In Russ.)

11. Shulga N.N. Dynamics of immunoglobulins in blood serum and colostrum of cows. *Veterinariya*. 2006;(1):45–47. (In Russ.)

12. Petrunkina A.M. *Prakticheskaya biokhimiya: 3-ye izd., pererab.* [Practical biochemistry: 3rd ed., revised]. Leningrad: Medgiz. Leningradskoye otdeleniye., 1961. 428 p. (In Russ.)

13. Grabar P., Burten P. *Immunoэлектроферетический анализ: primeneniye dlya issledovaniya biologicheskikh zhidkostey cheloveka*: [Immuno-electrophoretic analysis: application for the study of human biological fluids]: per. s frants. Moscow: Inostrannaya literatura, 1963. 206 p. (In Russ.)

14. Grabar P., Williams S.A. Vethode permetta + Letude conjugee des proprietes electrophretiques et immunoeliques au serum sanguine. *Biochim. Biophys. Acta*. 1953;(10):133.

**Сведения об авторах**

**Таов Ибрагим Хасанович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 448001

**Тарчоков Амир Тимурович** – аспирант кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

**Биттиров Исмаил Анатольевич** – аспирант кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

**Information about authors**

**Ibragim Kh. Taov** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Veterinary Medicine, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 448001

**Amir T. Tarchokov** – Postgraduate student of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov

**Ismail A. Bittirov** – Postgraduate student of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, 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 15.02.2023;  
одобрена после рецензирования 15.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 15.02.2023;  
approved after reviewing 15.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

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

---

Обзорная статья

УДК 636.22/28.082.26

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-78-91

**Скрещивание молочных и комбинированных коров и телок  
с быками мясных пород**

**Рустам Заурбиевич Абдулхаликов<sup>1</sup>, Мухамед Музачирович Шахмурзов<sup>2</sup>,  
Тимур Газретович Тарчоков<sup>3</sup>, Анатолий Фоадович Шевхужев<sup>✉4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>4</sup>Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр, Ставропольский край, Шпаковский  
район, Михайловск, Россия, 356241

<sup>1</sup>rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

<sup>2</sup>shahmih@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3066-7829>

<sup>3</sup>ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>

<sup>✉4</sup>shevkhezhevaf@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9164-4199>

**Аннотация.** В данной статье обоснована роль промышленного скрещивания крупного рогатого скота с целью повышения мясной продуктивности и улучшения качества говядины. Такой вид разведения применяют для выращивания только помесей первого поколения. Для скрещивания подбирают особей двух или нескольких пород, с целью производства более высококачественной продукции. В основе увеличения производственных и хозяйственно-полезных характеристик, при сохранении расхода кормов, лежит явление гетерозиса. Отличие простого от сложного переменного скрещивания заключается в том, что особи от простого скрещивания предназначены для получения продукции, а от сложного – маток используют для дальнейшего разведения. Стоит отметить, что после простого скрещивания двух родительских форм и получения гибрида первого поколения дальнейшее разведение таких особей останавливается. В скотоводстве с целью увеличения мясной продуктивности допускают использование коров молочных, комбинированных и мясных пород. Помеси, имеющие преимущественно гетерозиготные признаки, имеют не только высокие производственные и продуктивные показатели, но и отличаются высокими адаптивными свойствами, в том числе к производственному стрессу. Однако это требует соответствующего поддержания условий содержания. Использование же двух особей специализированных пород мясного направления для скрещивания позволяет в первом поколении получать животных с исключительными производственными характеристиками. В зависимости от существующих условий ведения хозяйства, успешно реализуются программы, включающие интенсивные технологии производства говядины. Это подразумевает промышленное скрещивание коров комбинированного или молочного направления с мясными быками. В статье собран обзор научных материалов по промышленному скрещиванию для повышения мясной продуктивности в скотоводстве, проведен анализ и обобщение ранее опубликованных научных работ за период с 1939 по 2021 годы.

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, порода, промышленное скрещивание, гетерозис, наследственность, мясная продуктивность, помесные телята, эффективность скрещивания

**Для цитирования.** Абдулхаликов Р. З., Шахмурзов М. М., Тарчоков Т. Т., Шевхужев А. Ф. Скрещивание молочных и комбинированных коров и телок с быками мясных пород // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 78–91. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-78-91

Review article

## Crossing dairy and combined cows and heifers with bulls of meat breeds

Rustam Z. Abdulkhalikov<sup>1</sup>, Mukhamed M. Shakhmurzov<sup>2</sup>, Timur T. Tarchokov<sup>3</sup>,  
Anatoly F. Shevkhuzhev<sup>✉4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 3600301

<sup>4</sup>North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Stavropol Territory, Shpakovsky District, Mikhailovsk, Russia, 356241

<sup>1</sup>rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

<sup>2</sup>shahmih@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3066-7829>

<sup>3</sup>ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>

<sup>✉4</sup>shevkhuzhevaf@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9164-4199>

**Abstract.** This article substantiates the role of industrial crossing of cattle in order to increase meat productivity and improve the quality of beef. This type of breeding is used for rearing only user animals, i.e. first generation crossbreeds. Individuals of two or more breeds are selected for hybridization in order to produce higher quality meat products, dairy, egg and others. At the heart of the increase in production and economic-useful characteristics, while maintaining feed consumption, is the phenomenon of heterosis. The difference between a complex-variable cross and a simple one is that individuals from a simple cross are intended to produce products, and from a complex queen they are used for further breeding. It should be noted that after a homogeneous (simple) crossing of two parental forms and obtaining a hybrid of the first generation, further breeding of such individuals stops. In cattle breeding, in order to increase the meat content of individuals of the meat direction of productivity, the use of cows of dairy and meat breeds is allowed. Crossbreeds with predominantly heterozygous traits not only have high production and productive performance, but also have high adaptive properties, including production stress. However, this requires appropriate maintenance of containment conditions. The use of two individuals of specialized meat breeds for breeding makes it possible to obtain animals with exceptional production characteristics in the first generation. However, due to the existing farming conditions, programs are being successfully implemented that include intensive beef production technologies. This implies the industrial crossing of cows of a combined or dairy direction with beef bulls. The article contains a review of scientific materials on industrial crossing to increase meat productivity in cattle breeding, an analysis and generalization of the content of previously published scientific papers in the period from 1939 to 2021.

**Keywords:** cattle, breed, industrial crossing, heterosis, heredity, meat productivity, hybrid calves, crossbreeding efficiency

**For citation.** Abdulkhalikov R.Z., Shakhmurzov M.M., Tarchokov T.T., Shevkhuzhev A.F. Crossing of dairy and combined cows and heifers with bulls of meat breeds. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):78–91. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-78-91

**Введение.** Первоочередными задачами, стоящими перед специалистами в области скотоводства, являются повышение мясной

продуктивности крупного рогатого скота и улучшение качественных характеристик получаемой продукции. Несмотря на широкое

распространение технологий интенсивного выращивания и откорма молодняка мясного направления продуктивности, наиболее высокие результаты в достижении поставленных задач имеет промышленное скрещивание.

В основе этого метода разведения лежат положения, описанные Ч. Дарвином [1], а именно явление гетерозиса. Оно подразумевает повышенные продуктивные и приспособительные свойства у особей первого поколения, полученные от разнопородных родителей. Особенно Ч. Дарвин подчеркивал условия обитания, в которых находились родители: чем более они разнообразны, тем сильнее потомство в сравнении с родителями. В дальнейшем мировое и отечественное научные сообщества развили эту теорию, доказав, тем самым, неопровержимые истины великого ученого. В частности, в трудах Т. Д. Лысенко (1948) и его учении о жизнестойкости организмов описана природа гетерозиса как биологического явления внутренней противоречивости объединяющихся в единое целое женских и мужских клеток [2].

Большой вклад в теорию и практику промышленного скрещивания внес И. В. Мичурин, который активно изучал свойства помесных организмов. Он считал, что менее устойчивы биологические объекты с расщепленной наследственностью, однако они более восприимчивы к изменению наследственности. Именно И. В. Мичурин в своих исследованиях скрещивал растения с «дальнеродственными» связями в пределах одного вида, считая, что такие организмы имеют более высокий адаптационный потенциал с высокими продуктивными показателями [3].

Интенсивное развитие промышленных технологий и научно-техническая необходимость позволили многосторонне изучить многие аспекты межпородного скрещивания, в том числе в скотоводстве. Так, в работах А. Ф. Шевхужева и Д. Л. Левантина [4, 5] доказано, что скрещиваемые особи, различные по своей наследственности и условиям содержания, имеют высокий жизненный потенциал, особенные проявления в развитии и потребностях для роста. В. И. Косилов и М. В. Тамаровский с коллегами [6, 7] доказали высокие приспособительные механизмы у гибридных животных первого поколения. А. Ф. Шевхужевым и Б. А. Эльдаровым [8] подтверждено, что соединение в одном организме двух качественных особенностей

– обогащенной наследственности и большей потенциальной приспособляемости к разным условиям существования в соответствующей среде, – приводит к такому мощному развитию организма, которое каждая исходная порода не могла иметь.

**Состояние вопроса.** В середине XX века Х. Ф. Кушнером [9] был проведен анализ методов разведения в птицеводстве и скотоводстве. Он установил, что межпородное скрещивание занимало значительную нишу при разведении птиц и крупного рогатого скота.

Проведенный анализ публикаций отечественных и зарубежных ученых по промышленному скрещиванию скота позволил сделать вывод об актуальности и широком распространении этого способа разведения мясного и молочного скота, что говорит также о его высокой эффективности [6, 9-11].

Первое упоминание о промышленном скрещивании появилось в работах И. Д. Колесникова в 1903-1906 гг. На Донском опытном поле проводили исследования, суть которых заключалась в выращивании и откорме помесей шортгорнов с калмыцким скотом и чистопородных бычков-кастратов [12]. Помимо скрещивания изучены были и некоторые аспекты кормления. Всего было организовано 3 группы (n=12). Данные исследования отражены в таблице 1.

В таблице видно, что у гибридных животных на 4-6% выше живая масса в 6 месяцев во всех трех группах откорма, в 18 месяцев наибольшая разница была в группе с низким уровнем кормления, разница составляла около 16%. Также автор исследования отметил, что калмыцкий скот меньше усваивал зимний рацион, но больше пастбищный. По органолептическим и сортовым свойствам мясо имело высокое качество у животных во всех группах исследований, однако гибридные животные при интенсивном выращивании имели более высокий убойный выход туши и выход мяса I сорта [12]. В более ранних исследованиях этого автора такой существенной разницы обнаружено не было.

Производственный опыт, заложенный академиком Е. Ф. Лискуном, показал, что высоких результатов по продуктивности помесного молодняка можно добиться только при высоком уровне кормления. Он назвал это наиболее важным условием при выращивании помесного молодняка [11].

**Таблица 1.** Живая масса и убойный выход различных групп молодняка  
**Table 1.** Live weight and slaughter yield of different groups of young animals

Показатели	I группа (низкий)		II группа (повышенный)		III группа (средний)	
	помеси	кал- мыцкий скот	помеси	кал- мыцкий скот	помеси	кал- мыцкий скот
Начальная живая масса в 6 мес., кг	159,5	151,7	159,1	153,3	160,7	152,4
Живая масса в 18 мес., кг	348,5	328,0	328,0	291,1	278,8	233,7
Живая масса в конце опыта, кг	573,6	486,7	634,7	543,6	581,7	531,1
Возраст в конце опыта	3 г.	3 г.	4 г.	4 г.	4 г. 4 мес.	4 г. 4 мес.
Средний суточный прирост, кг	0,480	0,393	0,410	0,336	0,348	0,328
Убойный выход туши, %	55,7	52,2	53,5	55,2	49,6	48,9
Выход внутреннего сала, %	6,9	6,6	7,2	7,7	5,4	6,7
Общий убойный выход, %	62,6	58,8	60,7	62,9	55,0	55,6
Мясо I сорта, %	34,1	31,9	35,2	36,4	32,4	32,9

А. В. Заркевич [13] в своих работах отмечал, что гибридные особи демонстрируют высокие показатели мясной продуктивности только при условиях интенсивного кормления. Сущность опыта заключалась в сравнении бычков калмыцкой породы, помесей шортгорнов и гибридов герефордов при интенсивном и экстенсивном кормлении. Гибридные животные в 18-месячном возрасте опережали сверстников калмыцкой породы в среднем на 20% при интенсивном кормлении, а при экстенсивном – наоборот отставали на 13%. Также А. В. Заркевич продемонстрировал, что калмыцкий скот в условиях обильного кормления способен демонстрировать высокие показатели мясной продуктивности и скороспелости.

Наряду с отечественными исследованиями, большой вклад в изучение свойств помесного молодняка первого поколения внесли американские исследователи [14]. Х. Г. Хатчисон, J.L. Luch и др., R.W. Phillips и др. в опытах установили, что гибриды, полученные от скрещивания животных мясных пород английского происхождения с браманским скотом, имели превосходство над монопородными особями в живой массе при отъеме и после откорма [15, 16].

Российскими и зарубежными учеными доказано, что в последнее время расширились экспериментальные исследования по промышленному скрещиванию скота в мясном и молочном скотоводстве, а также повышение его эффективности [7, 10, 14, 17–21].

Одной из успешно применяемых селекционных технологий разведения скота является трехпородное скрещивание. Сущность его заключается в использовании лучших двухпородных помесных маток для воспроизводства и осеменения производителями третьей высокопродуктивной породы.

А. Ф. Шевхужевым и др. [4] продемонстрированы высокие результаты такого вида скрещивания. Полученные результаты говорят о поддержании выраженной гетерозиготности половых клеток, наследовании высоких показателей хозяйственно-полезных признаков, высоких адаптационных возможностей скота. Молодняк является более жизнеспособным, что отражается и на экономических показателях.

Метод трёхпородного переменного скрещивания, по мнению Д. Л. Левантина [22], наиболее перспективен в мясном скотоводстве. Однако он требует дальнейшего глубокого изучения и оптимального подбора родительских пар для скрещивания, исследования качественных характеристик мяса помесных животных и разработки способов повышения их скороспелости.

В исследованиях М. М. Садыкова, М. П. Алиханова с соавторами [23], проводимых в условиях Республики Дагестан, также была подтверждена эффективность промышленного скрещивания. В основу опытов легло скрещивание коров аборигенного горского скота, разводимого с использованием природных

кормовых ресурсов с быками высокопродуктивной и скороспелой породы скота – русская комолая.

Исходя из представленных данных (табл. 2), живая масса при рождении у помесных особей была выше на 7% по сравнению с чистопородными. Однако, по мнению авторов, важным фактором являлся высокий уровень кормления, позволивший в полной мере проявиться гетерозису. Также исследователи отметили разницу и в фенотипических признаках, характеризующих мясность.

**Таблица 2.** Динамика живой массы телок, кг  
**Table 2.** Dynamics of live weight of heifers, kg

Возраст, мес.	Группа	
	опытная	контрольная
Новорожденные	18,5±0,60	17,3±0,73
8	156,0±3,80*	140,0±3,34
12	220,2±4,35**	193,1±4,22
15	267,0±5,00**	230,6±6,23
18	321,4±5,03***	276,3±5,40

В 18-месячном возрасте это превосходство увеличилось по живой массе, и разница составляла 16% (45 кг), а по среднесуточным приростам 17% (81 г).

**Таблица 3.** Показатели мясной продуктивности бычков в возрасте 18 месяцев  
**Table 3.** Indicators of meat productivity of bulls at the age of 18 months

Показатель	Группа		
	1 (контрол.)	2 (опытн.)	3 (опытн.)
	X±m <sub>x</sub>	X±m <sub>x</sub>	X±m <sub>x</sub>
Предубойная живая масса, кг	484,0±2,08	589,1 ±2,64	596,1±3,05
Масса туши, кг	252,2±2,02	332,6±0,74	328,2±1,45
Выход туши, %	52,1±0,42	56,4±0,21	55,0±0,10
Масса внутреннего жира сырца, кг	7,46±0,15	12,6±0,10	13,96±0,05
Выход внутреннего жира сырца, %	2,95±0,05	3,8±0,01	4,3±0,02
Убойная масса, кг	259,7±2,16	345,2±0,66	342,16±1,50
Убойный выход, %	53,6±0,42	58,6±0,21	57,4±0,10

Очевидно, что при высоком уровне кормления всех опытных групп помесные животные имели значительное превосходство. Гибриды превосходили животных чернопестрой породы на 18,8% по предубойной массе (P<0,01), по массе туши на 23,2%

Опыт по скрещиванию выбракованных коров с быками мясных пород отечественного генофонда для получения высококачественной говядины приобрел особую актуальность при условии получения ранневесенних помесных телят и использовании естественной кормовой базы.

Следующим важным аспектом является наращивание производства говядины в странах или тех регионах нашей страны, в которых больше развито молочное скотоводство. В таких условиях для скрещивания используют телок молочного направления продуктивности и скороспелых бычков мясных пород, в результате получают бычков с высоким потенциалом мясности [22].

Примером такого метода разведения может быть промышленное скрещивание черно-пестрого скота с производителями герфордской породы. Такие исследования были проведены О. А. Басоновым и А. А. Асадчим [24] в СПК «Деяновский» Пильнинского района Нижегородской области. В результате удалось получить жизнеспособный высокопродуктивный молодняк первого поколения. Результаты контрольного убоя бычков в 18-месячном возрасте представлены в таблице 3.

(P<0,01), по выходу туши на 2,9%, по убойной массе на 24% (P<0,01).

Несмотря на высокие показатели продуктивности, есть некоторые ограничения в использовании такого метода в товарном молочном животноводстве. По мнению Д. Л. Ле-

вантина [22], скрещивание молочных телок и коров с быками мясного направления не должно затрагивать ту часть коров, которая дает молодняк для воспроизводства основного молочного стада.

Поэтому целесообразнее использовать для скрещивания с мясными бычками молочных телок с невысокими показателями молочной продуктивности.

В Азербайджанском ГАУ С. З. Ибрагимовой [25] был заложен опыт, доказывающий точку зрения Д. Л. Левантина. Для опыта были отобраны малопродуктивные коровы черно-пестрой породы и их скрещивали с

быками абердин-ангусской породы. В результате, как и ожидалось, гибриды имели высокую скороспелость и показатели продуктивности, при условии полноценного сбалансированного рациона кормления. Результаты отражены в таблице 4.

Анализ таблицы 4 показал превосходство помесных животных по всем показателям от 9 до 13,5%. В исследованиях отмечена возможность применения в промышленном скрещивании малопродуктивных коров молочных пород с высокопродуктивными производителями мясного направления [25].

**Таблица 4.** Показатели мясной продуктивности гибридных животных  
**Table 4.** Meat performance indicators

№ п/п	Генотип самцов	Живая масса, кг				
		после откорма	перед убоем	туша	внутренний жир	убойная масса
		$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$
1	Черно-пестрая	425,4±6,1	412,2±6,23	213,6±2,3	15,9±0,53	229,5±3,1
2	Абердин-ангус. × черно-пестрая	467,5±4,3	444,3±3,5	245,9±1,7	18,1±0,04	264,0±1,9
3	По сравнению с черно-пестрой (в %)	109,89	107,79	104,19	113,84	115,03

Таким образом, основным залогом получения большего количества качественного молодого мяса от скота молочного направления является скрещивание быков мясных пород с малопродуктивными молочными коровами.

Также не менее интересными являются отечественные исследования по скрещиванию выбракованных молочных коров с быками мясных пород. Как результат, не менее качественная говядина, гибридные телята равновесны, а для кормления доступна естественная кормовая база [18].

Сотрудниками Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан М. М. Садыковым, М. П. Алихановым и др. [18] изучена эффективность скрещивания выбракованных коров красной степной породы с быками казахской белоголовой в равнинной местности в КХ «Согратль» Гунибского района.

Результаты контрольного убоя помесных бычков представлены в таблице 5.

Данные контрольного убоя показали, что «...помесные бычки дали тяжеловесные туши с хорошим наливом и высоким убойным выходом: превосходство по массе парной туши над аналогами составило 31,3 кг, или 15,6%, по выходу туши – 2,4%. Помесные бычки превосходили аналогов по убойному выходу на 2,9%».

Таким образом, скрещивание коров красной степной породы с быками казахской белоголовой дает возможность получить животных с высокой интенсивностью роста в равнинной части Дагестана.

У пород комбинированного направления продуктивности для скрещивания могут выделяться животные мясо-молочного типа, которые имеют распространение в симментальской, швицкой и в других породах. Преимущество промышленного скрещивания состоит в том, что «...его можно применить широко и в то же время полностью сохранить за молочным скотоводством его доминирующее значение» [19].

Таблица 5. Убойные качества подопытных бычков  
Table 5. Slaughter qualities of experimental bulls

Показатель	Группа	
	опытная	контрольная
Съемная живая масса, кг	436,6±8,65***	390,8±7,47
Предубойная живая масса, кг	416,8±0,043***	376,5±0,078
Масса туши, кг	232,3±4,81**	201,0±3,57
Выход туши, %	55,8	53,4
Масса внутреннего жира, кг	12,0±0,63**	9,3±0,42
Выход внутреннего жира, %	2,88	2,5
Убойная масса, кг	244,3±3,55***	210,3±4,16
Убойный выход, %	58,7	55,8
Масса шкуры, кг	27,1±3,0*	21,6±2,4
Выход шкуры, %	6,52	5,79

\*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001

Не обязательно, чтобы численность или часть поголовья для скрещивания с мясными быками была одинаковой, выбор остается за хозяйствами. Там, где насыщенность коровами на 100 га сельскохозяйственных угодий незначительна и поставлена задача в ближайшие годы резко увеличить поголовье дойных коров, промышленное скрещивание с мясными быками не приобретёт широких размеров, а в тех хозяйствах, где дойных коров достаточно, для промышленного скрещивания может быть выделено 25-30%, и в дальнейшем – 40% маток стада [10, 22, 26–28].

По данным Д. Л. Левантина [22], у большинства телят молочного и комбинированного направления продуктивности развитие мускулатуры и отложение жира отмечается в более позднем возрасте, однако рождаются они крупными, а туши имеют сравнительно высокую относительную массу костей. Также автор указал на то, что у скороспелых животных телята менее крупные от рождения, но откормочные качества, мускулатура и отложение жира происходит в более ранний период роста и развития.

Во взрослом состоянии скот мясных пород нередко уступает по живой массе животным крупных молочных и молочно-мясных пород [26, 29–31].

В РФ расширение высокоскороспелого и продуктивного мясного стада крупного рогатого скота все также является важной задачей, что повышает значение скрещивания особей разного направления продуктивности.

Однако имеет место тот факт, что скота мясного направления в нашей стране по-прежнему мало, в общей доле он составляет около 10% от всего поголовья. Поэтому организация промышленного скрещивания коров молочных и молочно-мясных пород с быками высокопродуктивных скороспелых мясных пород и передача их в специализированные фермы мясного направления или молочно-товарные фермы для получения говядины является важным направлением животноводческой отрасли [30]. Дальнейшее разведение рекомендуется по типу трехпородного переменного или поглотительного скрещивания. По мнению Д. Л. Левантина [22], этот способ селекции будет способствовать увеличению темпов развития отечественного мясного скотоводства и стимулировать процесс пороодообразования в России.

Анализ литературных данных показал, что устойчивое развитие мясного скотоводства возможно не только за счет использования специализированных мясных пород скота, которых на сегодняшний день не так уж и много от общей численности поголовья. Необходимо внедрение методов промышленного скрещивания, особенно в районах с доступными естественными кормовыми угодьями (Сибирь, Дальний Восток, Поволжье и Северный Кавказ) и незначительной насыщенностью скотом. Они должны стать источником формирования маточных стад развивающегося мясного скотоводства [10, 19, 32–36].

И. Ф. Горловым, М. И. Сложенкиной и др. [37] были проведены исследования, доказывающие высокую эффективность скрещивания молочного или комбинированного скота с мясными быками. Исследования проводи-

лись в условиях резко континентального климата Нижнего Поволжья. Основной целью было изучение продуктивных свойств коров симментальской и герефордской пород и их помесей (табл. 6).

**Таблица 6.** Результаты контрольного убоя подопытных бычков  
**Table 6.** Results of the control slaughter of experimental bulls

Показатель	Порода и породность		
	симментальская	герефордская	помеси
Живая масса бычков, кг:			
в хозяйстве	504,90±4,27	553,60±1,03	598,20±1,10
на мясокомбинате	470,90±3,72	518,60±0,50	562,10±1,31
Потери живой массы при транспортировке, кг	34,00±0,85	35,00±1,11	36,10±1,32
Масса туши, кг	268,10±1,91	301,27±0,12	338,07±0,64
Выход туши, %	56,93	58,10	60,13
Масса внутреннего жира, кг	14,50±0,26	16,37±0,07	17,77±0,09
Выход жира, %	3,07	3,15	3,16
Убойная масса, кг	282,60±2,06	317,63±0,09	356,00±0,87
Убойный выход, %	59,93	61,23	63,37

Данные контрольного убоя молодняка опытных групп в 18-месячном возрасте показали преимущество помесного молодняка над чистокровным по всем показателям. Так, масса туши помесей была на 20% выше, чем туш, полученных от животных симментальской породы и на 11% выше, чем у герефордской породы, выход туши у помесей выше на 5% и 3% соответственно, выход жира отличался на 2,8% и 0,5%, а убойная масса на 20,1% и 3,4% больше.

Эти результаты позволили авторам рекомендовать использование промышленного скрещивания симментальской и герефордской пород как эффективного источника получения высококачественного мяса с возможностью выращивания более скороспелого и высокопродуктивного молодняка при условии высокого уровня кормления [37].

Еще одним важным аспектом сохранения продуктивных свойств являются отелы. В исследованиях Д. Л. Левантина [22] при скрещивании мясных быков абердин-ангусской породы с телками крупных молочных пород отмечены более легкие отелы, без существенных родовых осложнений и травм у первотелок, что положительно сказывается на их молочной продуктивности и воспроизводительной способности.

Таким образом, промышленное скрещивание является залогом увеличения производственных и качественных характеристик говядины. Выращивание помесных телок позволит в короткие сроки создавать маточные стада специализированных скороспелых мясных пород.

**Заключение.** Развитие животноводства во многих странах направлено на дальнейшее увеличение производства мяса и улучшение его качества. Учитывая нынешние экономические и производственные тенденции в мире, включение в рацион мяса и мясопродуктов высокого класса стало необходимой потребностью человечества и важной составляющей частью культуры многих стран.

Наиболее распространенными и востребованными среди потребителей в мире являются два вида сельскохозяйственных животных – сельскохозяйственная птица (куры) и крупный рогатый скот, менее популярны козы, овцы и свиньи.

С. А. Данквертом, А. М. Холмановым и О. Ю. Осадчей в своей монографии [38] сделан вывод, что «...Мировой рынок мяса начинается с завершения его производства. Дальнейшая эффективность международного

рынка зависит от объемов производства говядины и возможности приобретения мяса участниками торговли».

Промышленное скрещивание с использованием быков-производителей скороспелых мясных пород является одним из высокоэффективных способов получения высококачественной и доступной говядины, наравне с интенсивными способами выращивания и откорма молодняка мясного направления продуктивности. Наряду с мировыми исследованиями, промышленное скрещивание широко распространено и в Российской Федерации, однако на сегодняшний день продолжают исследования по подбору оптимальных вариантов для получения высокопродуктивных помесей.

Промышленное скрещивание проводится как в мясном, так и в молочном скотоводстве. В данном случае используют быков-производителей скороспелых мясных пород и коров молочных и молочно-мясных пород, от которых молодняк не выращивают для ремонта стада. Наиболее оптимальный возраст для выращивания и откорма помесного молодняка – до 12-15 месяцев.

Проведенный литературный обзор показал, что помесные животные отличаются высокой энергией роста и скороспелостью по сравнению с чистопородными сверстниками. Жир у них откладывается в более раннем возрасте и с большей интенсивностью, чем у молодняка молочных и молочно-мясных пород, а на выходе получают столь востребованное потребителем «мраморное мясо».

Такой метод разведения скота способствует более рациональному и полноценному его использованию в хозяйстве, что способствует повышению хозяйственно-экономических показателей.

Подводя итог, можно сказать, что использование сверхремонтного молодняка с возможностью получения высококачественной говядины является залогом успешной экономической деятельности хозяйства.

Анализ зарубежной и отечественной литературы продемонстрировал значительное преимущество правильно подобранных схем и пород для промышленного скрещивания, что позволяет увеличить продуктивные показатели на 4-20%, улучшается конверсия корма, молодняк отличается скороспелостью от монопородных сверстников, увеличивается соотношение массы мяса по отношению к костям.

Наиболее эффективным методом увеличения мясной продуктивности является промышленное скрещивание коров крупных молочных и молочно-мясных пород с быками крупных мясных пород. Рекомендуется использовать пропорциональный метод скрещивания – крупные с крупными, средние со средними породами. Однако необходимо соблюдать оптимальных режимов кормления и содержания.

Анализ имеющейся литературы по промышленному скрещиванию крупного рогатого скота позволяет формировать дальнейшие задачи и перспективы развития отрасли в целом.

#### Список литературы

1. Дарвин Чарльз. Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире. Москва – Ленинград: Сельхозгиз, 1939. 343 с.
2. Лысенко Т. Д. О положении в биологической науке. Москва: Сельхозгиз, 1948. 64 с.
3. Мичурин И. В. О некоторых методических вопросах. К вопросу о наследовании приобретенных признаков. Собрание сочинений. Москва: Сельхозгиз, 1939. Т. I. 655 с.
4. Шевхужев А. Ф., Левантин Д. Л. Мясные породы для увеличения производства говядины // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 1995. № 3. С. 47–49.
5. Шевхужев А. Ф., Панасенко В. И. Скрещивание – эффективный метод повышения мясной продуктивности скота // Молочное и мясное скотоводство. 1995. № 4. С. 19–22.
6. Рациональное использование генетических ресурсов красного степного скота для производства говядины при чистопородном разведении и скрещивании: монография / В. И. Косилов, С. И. Мироненко, А. А. Салихов, К. С. Литвинов. Москва: ООО Агентство печати «Палихо 10», 2010. 450 с.
7. Некоторые аспекты селекционного совершенствования племенных стад мясного скота казахской белоголовой и аулиекольской пород в Казахстане / М. В. Тамаровский, Т. Н. Карымсаков, О. В. Даниленко, К. Ж. Аманжолов, К. Ж. Жуманов // Зоотехния. 2020. № 6. С. 5–9.

8. Шевхужев А. Ф., Эльдаров Б. А. Эффективность использования промышленного скрещивания и гибридизации для получения экологической чистой говядины в условиях Северного Кавказа // Материалы I Кавказского Международного экологического форума. Грозный: ГУ, 2013. С. 87–92.
9. Кушнер Х. Ф. Некоторые итоги исследований эффективности межпородных скрещиваний животных // Известия Академии Наук СССР. Серия биологическая. 1956. № 4. С. 149–156.
10. Косилов В. И., Макаров Н. И., Косилов В. В., Салихов А. А. Создание помесных стад при скрещивании казахского белоголового скота и симменталов: монография. Оренбург: ГУП «Бугурусланская типография», 2005. 234 с.
11. Лискун Е. Ф. Выращивание молодняка крупного рогатого скота мясомолочного и мясного типа. Избранные труды. Москва: Сельхозиздат, 1961. 267 с.
12. Колесников И. Д. Отчет по выращиванию и откорму шортгорно-калмыцких метисов и чистокровных калмыцких волов при Донском опытном поле. Санкт-Петербург: 1910. 23 с.
13. Заркевич А. В. Итоги обследования калмыцкой породы крупного рогатого скота и методы ее совершенствования // За развитие мясного скотоводства. Оренбург. 1961. С. 3–27.
14. Williams J.L., Aguilar I., Rekaya R., Bertrand J.K. Estimation of breed and heterosis effects for growth and carcass traits in cattle using published crossbreeding studies // J. ANIM SCI. 2010. Vol. 88. № 2. P. 460–466.
15. Luch J.L., Jones J.M. Dameron W.H., and Carpenter O.L. Normal growth of range cattle. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 409, 1930.
16. Phillips R.W., Black W.H., Knapp B. and Clark R. Crossbreeding for beef production Journ. Of Anim. Science. Vol. I. № 3. 1942.
17. Хатчисон Х. Г. Экспериментальное межпородное скрещивание крупного рогатого скота в США. // Сельское хозяйство за рубежом. 1958. № 2. С. 34–38.
18. Садыков М. М., Алиханов М. П., Симонов А. Г., Симонов Г. А. Использование казахской белоголовой породы для увеличения производства говядины в Дагестане // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 6. С. 32–34.
19. Шевхужев А. Ф., Смакуев Д. Р., Карданов А. М. Использование абердин-ангусской и симментальской породы для производства говядины в условиях Карачаево-Черкесской Республики // Эффективное животноводство. 2012. № 3. С. 42–45.
20. Oxford E.L., Brown A.H., Johnson Z.B., Kellogg D.W. Case study: Sire Breed Effects on Prewaning Traits of Crossbred and Purebred Calves from Angus or Hereford Dams // Professional Animal Scientist. 2006. Vol. 22. № 1. P. 59–64.
21. Лискун Е. Ф. Обильное кормление мясного молодняка крупного рогатого скота. // Проблемы животноводства 1933. № 1. С. 18–28.
22. Левантин Д. Л. Рост и формирование мясной продуктивности крупного рогатого скота: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук. Дубровицы: Всесоюзный научно-исследовательский институт животноводства, 1963. 52 с.
23. Садыков М. М., Алиханов М. П., Симонов А. Г., Симонов Г. А. Рост и развитие телок горского скота и помесей с русской комолой в Дагестане // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 5. С. 22–25.
24. Басонов О. А., Асадчий А. А. Мясная продуктивность и биологические особенности чистопородных и помесных бычков герефордской породы // Зоотехния. 2020. № 10. С. 20–24.
25. Ибрагимова С. З. Мясная продуктивность быков различных генотипов // Зоотехния. 2019. № 8. С. 23–25.
26. Шевхужев А. Ф., Теков М. Е. Использование сверхремонтных телок молочных пород для создания мясных стад // Зоотехния. 1995. № 6. С. 21–23.
27. Шевхужев А. Ф. Эффективность скрещивания коров красно-степной породы с быками герефордской породы // Бюллетень научных работ ВИЖ. Вып. 110. Дубровицы, 1994. С. 42–45.
28. Бозымов К. К., Косилов В. И., Губашев Н. М. Рациональное использование казахского белоголового скота для производства говядины при скрещивании: монография. Уральск: РКП «ЗКАТУ имени Жангирхана», 2009. 217 с.
29. Мясная продуктивность абердин-ангусского скота при чистопородном разведении и скрещивании: монография / А. Ф. Шевхужев, М. М. Шахмурзов, М. Б. Улимбашев, О. О. Гетоков, И. Х. Таов. Нальчик: Типография Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, 2018. 196 с.
30. Боголюбова Л. П., Никитина С. В., Матвеева Е. А., Тяпугин Е. Е. Породный состав в племенном мясном скотоводстве России // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 1. С. 10–12.

31. Body types of Aberdeen Angus bulls and their relationship with meat production / A. Shevkhezhev, M. Shakhmurzov, V. Pogodaev, Y.Yuldashbaev, Sh. Kherremov // E3S Web of Conferences 262, 02023 (2021) ITTEEA 2021.
32. Шевхужев А. Ф., Левантин Д. Л., Теков М. Э. Эффективность скрещивания породы браман в условиях Северного Кавказа // Молочное и мясное скотоводство. 1997. № 3. С. 10–13.
33. Каюмов Ф. Г., Шевхужев А. Ф., Герасимов Н. П. Селекционно-племенная работа с калмыцкой породой скота на современном этапе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 48. С. 64–72.
34. Shevkhezhev A., Pogodaev V., Smakuyev D. Influence of types of constitution on meat productivity bullets of Simmental breed // E3S Web of Conferences. 2021. Volume 273.
35. Мысик А. Т., Усманова Е. Н., Кузякина Л. И. Современные технологии в мясном скотоводстве при разведении абердин-ангусской породы // Зоотехния. 2020. № 8. С.25–28.
36. Shevkhezhev A.A., Kayumov F.G., Gerasimov N.P. Smakuev D.R. The variability of productive traits estimation in Kalmyk cattle // Ecology, Environment and Conservation. 2018. Volume 24. Issue 2. P.614–620.
37. Хозяйственно-биологические особенности коров симментальской, герфордской пород и их помесей / И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, Н. И. Мосолова, А. А. Кайдулина, В. С. Гришин, Т. Н. Бармина // Молочное и мясное скотоводство. 2019. №4. С.16–18.
38. Данкверт С. А., Холманов А. М., Осадчая О. Ю. Международная торговля мясом и мясными продуктами: монография. Москва: Издательство Экономика, 2021. 544 с.

### References

1. Darwin Charles. *Deystviye perekrestnogo opyleniya i samoopyleniya v rastitel'nom mire* [The action of cross-pollination and self-pollination in the plant world]. Moscow-Leningrad: Selkhozgiz, 1939. 343 p. (In Russ.)
2. Lysenko T.D. *O polozhenii v biologicheskoy nauke* [On the situation in biological science]. Moscow: Selkhozgiz, 1948. 64 p. (In Russ.)
3. Michurin I.V. *O nekotorykh metodicheskikh voprosakh. K voprosu o nasledovanii priobretennykh priznakov.* [On some methodological issues. On the issue of inheritance of acquired characteristics]: *sobranie sochineniy* Moscow: Selkhozgiz, 1939. T. I. 655 p. (In Russ.)
4. Shevkhezhev A.F., Levantin D.L. Meat breeds to increase beef production. *Vestnik of the Russian agricultural sciences.* 1995;(3):47–49. (In Russ.)
5. Shevkhezhev A.F., Panasenko V.I. Crossbreeding – an effective method of increasing the meat productivity of livestock. *Dairy and meat cattle breeding.* 1995;(4):19–22. (In Russ.)
6. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Salikhov A.A., Litvinov K.S. *Ratsional'noye ispol'zovaniye genicheskikh resursov krasnogo stepnogo skota dlya proizvodstva govyadiny pri chistoporodnom razvedenii i skreshchivanii: monografiya* [Rational use of the genetic resources of red steppe cattle for the production of beef in purebred breeding and crossing: monograph]. Moscow: OOO Press Agency "Paliho 10", 2010. 450 p. (In Russ.)
7. Tamarovsky M.V., Karymsakov T.N., Danilenko O.V., Amanzholov K.Zh, Zhumanov K.Zh. Some aspects of breeding improvement of breeding herds of beef cattle of the Kazakh white-headed and Auliekol breeds in Kazakhstan. *Zootekhnika.* 2020;(6):5–9.(In Russ.)
8. Shevkhezhev A.F., Eldarov B.A. The effectiveness of the use of industrial crossing and hybridization to obtain ecologically pure beef in the conditions of the North Caucasus. *Materialy I Kavkazskogo Mezhdunarodnogo ekologicheskogo foruma* [Materials of the I Caucasian International Ecological Forum]. Grozny: GU, 2013. Pp. 87–92. (In Russ.)
9. Kushner H.F. Some results of studies on the effectiveness of interbreeding of animals. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Seriya biologicheskaya* [Izvestia of the Academy of Sciences of the USSR. Biological series]. 1956;(4):149–156. (In Russ.)
10. Kosilov V.I., Makarov N.I., Kosilov V.V., Salikhov A.A. *Sozdaniye pomesnykh stad pri skreshchivanii kazakhskogo belogolovogo skota i simmentalov* [Creation of crossbred herds when crossing Kazakh white-headed cattle and Simmentals]: *monografiya.* Orenburg: GUP «Buguruslanskaya tipografiya», 2005. 234 p. (In Russ.)
11. Liskun E.F. *Vyrashchivaniye molodnyaka krupnogo rogatogo skota myasomolochnogo i myasnogo tipa* [Cultivation of young cattle of meat and dairy and meat type]: *Izbrannyye trudy.* Moscow: Sel'khozizdat, 1961. 267 p. (In Russ.)

12. Kolesnikov I.D. *Otchet po vyrashchivaniyu i otkormu shortgorno-kalmytskikh metisov i chistokrovnykh kalmytskikh volov pri Donskom opytnom pol* [Report on the rearing and fattening of Shortgorno-Kalmyk mestizos and purebred Kalmyk oxen at the Donskoy experimental field]. Saint-Petersburg, 1910. 23 p. (In Russ.)
13. Zarkevich A.V. *Itogi obsledovaniya kalmytskoy porody krupnogo rogatogo skota i metody yeye sovershenstvovaniya* [The results of the survey of the Kalmyk breed of cattle and methods for its improvement]. *Za razvitiye myasnogo skotovodstva* [For the development of beef cattle breeding]. Orenburg, 1961. Pp. 3–27. (In Russ.)
14. Williams J.L., Aguilar I., Rekaya R., Bertrand J.K. Estimation of breed and heterosis effects for growth and carcass traits in cattle using published crossbreeding studies. *J. ANIM SCI.* 2010;88(2):460–466.
15. Luch J.L., Jones J.M., Dameron W.H., and Carpenter O.L. Normal growth of range cattle. *Texas Agr. Exp. Sta. Bull.* 1930. 409.
16. Phillips R.W., Black W.H., Knapp B., and Clark R. Crossbreeding for beef production *Journ. Of Anim. Science.* 1942;I(3).
17. Hutchison H.G. *Eksperimental'noye mezhpородnoye skreshchivaniye krupnogo rogatogo skota v SSHA.* [Experimental interbreeding of cattle in the USA]. *Sel'skoe khozyaystvo za rubezhom* [Agriculture abroad]. 1958;(2):3438.
18. Sadykov M.M., Alikhanov M.P., Simonov A.G., Simonov G.A. Using the kazakh white-headed breed to increase beef in the flat province of Dagestan. *Dairy and meat cattle breeding.* 2020;(6):32–34. (In Russ.)
19. Shevkhezhev A.F., Smakuev D.R., Kardanov A.M. The use of Aberdeen-Angus and Simmental breeds for beef production in the conditions of the Karachay-Cherkess Republic. *Effektivnoye zhitovnovodstvo* [Effective animal husbandry]. 2012;(3):42–45. (In Russ.)
20. Oxford E.L., Brown A.H., Johnson Z.B., Kellogg D.W. Case study: Sire Breed Effects on Prewaning Traits of Crossbred and Purebred Calves from Angus or Hereford Dams. *Professional Animal Scientist.* 2006;22(1):59–64.
21. Liskun E.F. Abundant feeding of beef young cattle. *Problemy zhitovnovodstva.* 1933;(1):18–28. (In Russ.)
22. Levantin D.L. *Rost i formirovaniye myasnoy produktivnosti krupnogo rogatogo skota* [Growth and formation of meat productivity of cattle]: *avtoreferat dis. ... doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk.* Dubrovitsy: Vsesoyuznyy nauchno-issledovatel'skiy institut zhitovnovodstva, 1963. 52 p. (In Russ.)
23. Sadykov M.M., Alikhanov M.P., Simonov A.G., Simonov G.A. Growth and development of heifers of mountain cattle and crossbreeds with Russian polled in Dagestan. *Dairy and meat cattle breeding.* 2019;(5):22–25. (In Russ.)
24. Basonov O.A., Asadchiy A.A. Meat productivity and biological characteristics of purebred and crossbred bull-calves of the Hereford breed. *Zootechniya.* 2020;(10):20–24.
25. Ibragimova S.Z. Meat productivity of bulls of various genotypes. *Zootechniya.* 2019;(8):23–25. (In Russ.)
26. Shevkhezhev A.F., Tekov M.E. The use of over-repair heifers of dairy breeds to create meat herds. *Zootechniya.* 1995;(6):21–23. (In Russ.)
27. Shevkhezhev A.F. *Effektivnost' skreshchivaniya korov krasno-stepnoy porody s bykami gerefordskoy porody* [The effectiveness of crossing cows of the red – steppe breed with bulls of the Hereford breed]. *Byulleten' nauchnykh rabot VIZH. Vyp. 110* [Bulletin of scientific works VIZH. Issue. 110.]. Dubrovitsy, 1994. Pp. 42–45. (In Russ.)
28. Bozymov K.K., Kosilov V.I., Gubashev N.M. *Ratsional'noye ispol'zovaniye kazakhskogo belogolovogo skota dlya proizvodstva govyadiny pri skreshchivanii* [Rational use of Kazakh white-headed cattle for the production of beef when crossing]: *monografiya.* Uralsk: State Enterprise "WKATU named after Zhangir Khan", 2009. 217 p. (In Russ.)
29. *Myasnaya produktivnost' aberdin-angusskogo skota pri chistoporodnom razvedenii i skreshchivanii* [Meat productivity of Aberdeen-Angus cattle with purebred breeding and crossing]: *monografiya.* A.F. Shevkhezhev, M.M. Shakhmurzov, M.B. Ulimbashev, O.O. Getokov, I.Kh. Taov. Nalchik: Printing house of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University, 2018. 196 p. (In Russ.)
30. Bogolyubova L.P., Nikitina S.V., Matveeva E.A., Tyapugin E.E. Breed composition in breeding beef cattle breeding in Russia. *Dairy and meat cattle breeding.* 2021;(1):10–12. (In Russ.)
31. Body types of Aberdeen Angus bulls and their relationship with meat production. A. Shevkhezhev, M. Shakhmurzov, V. Pogodaev, Y. Yuldashbaev, Sh. Kherremov. *E3S Web of Conferences* 262, 02023 (2021) ITEEA 2021. (In Russ.)

32. Shevkhezhev A.F., Levantin D.L., Tekov M.E. Efficiency of crossing the Brahmin breed in the conditions of the North Caucasus. *Dairy and meat cattle breeding*. 1997;(3):10–13. (In Russ.)
33. Kayumov F.G., Shevkhezhev A.F., Gerasimov N.P. Selection and breeding work with the Kalmyk breed of cattle at the present stage. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 201;(48):64–72. (In Russ.)
34. Shevkhezhev A., Pogodaev V., Smakuyev D. Influence of types of constitution on meat productivity bullets of Simmental breed. *E3S Web of Conferences*. 2021. Volume 273. (In Russ.)
35. Mysik A.T., Usmanova E.N., Kuzyakina L.I. Current technologies in beef breeding at growing aberdeen-angus cattle. *Zootekhnika*. 2020;(8):25–28. (In Russ.)
36. Shevkhezhev A.A., Kayumov F.G., Gerasimov N.P., Smakuev D.R. The variability of productive traits estimation in Kalmyk cattle. *Ecology, Environment and Conservation*. 2018;24(2):614–620. (In Russ.)
37. Economic and biological features of cows of Simmental, Hereford breeds and their hybrids / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, A.A. Kaidulina, V.S. Grishin, T.N. Barmina. *Dairy and beef cattle breeding*. 2019;(4):16–18. (In Russ.)
38. Dankvert S.A., Kholmanov A.M., Osadchaya O.Yu. *Mezhdunarodnaya trgovlya myasom i myasnymi produktami: monografiya* [International trade in meat and meat products: monograph]. Moscow: Izdatel'stvo Ekonomika, 2021. 544 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Абдулхаликов Рустам Заурбиевич** – доктор 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: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354, Researcher ID: ABG-2284-2021

**Шахмурзов Мухамед Музачирович** – доктор биологических 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: 2584-2612, Author ID: 95327

**Тарчоков Тимур Тазретович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 9472-0334, Author ID: 448712, Scopus ID: 57193828145, Researcher ID: AAB-9723-2020

**Шевхужев Анатолий Феоодович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник лаборатории промышленной технологии производства продукции животноводства ФГБНУ «Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр», SPIN-код: 1004-4991, Author ID: 678919

#### Information about the authors

**Rustam Z. Abdulkhalikov** – Doctor 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: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354, Researcher ID: ABG-2284-2021

**Mukhamed M. Shakhmurzov** – Doctor of Biological Sciences, 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, Author ID: 95327

**Timur T. Tarchokov** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9472-0334, Author ID: 448712, Scopus ID: 57193828145, Researcher ID: AAB-9723-2020

---

**Anatoly F. Shevkhuzhev** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Laboratory of Industrial Technology of Livestock Production, North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center, SPIN-code: 1004-4991, Author ID: 678919

---

**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 22.02.2023;  
одобрена после рецензирования 15.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 22.02.2023;  
approved after reviewing 15.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 636.234.1:636.034

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-92-100

**Влияние продуктивного потенциала женских предков,  
способов содержания и технологий доения на показатели  
молочной продуктивности коров-первотелок  
голштинской породы**

**Орест Антипович Басонов<sup>✉1</sup>, Рустам Заурбиевич Абдулхаликов<sup>2</sup>,  
Тимур Тазретович Тарчоков<sup>3</sup>, Анна Сергеевна Кулаткова<sup>4</sup>**

<sup>1,4</sup>Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, проспект Гагарина, 97,  
Нижний Новгород, Россия, 603107

<sup>2,3</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

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

<sup>2</sup>rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

<sup>3</sup>ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>

<sup>4</sup>ann.sk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5972-1932>

**Аннотация.** В статье изучена зависимость молочной продуктивности первотелок голштинской породы от способа содержания и технологии доения коров-первотелок в условиях ООО «Племзавод им. Ленина» Ковернинского района Нижегородской области. Рассчитан коэффициент молочности, определена живая масса. Установлено, что способ содержания коров-первотелок и технология доения коров влияют на продуктивные показатели животных. Так, при наибольшей живой массе коров (559 кг), содержащихся привязным способом, наибольшим удоом обладают коровы-первотелки беспривязного содержания с роботизированной системой доения (8617 кг). При привязном и беспривязном способе содержания с роботизированной технологией доения коров коэффициент молочности (1534,3 и 1556,4 кг соответственно) превосходит значение группы коров, содержащихся беспривязным способом с автоматическим доением типа «Карусель» на 5,7% и 7,2% соответственно. Установлено, что наибольший удой за 305 дней лактации (8590 и 8617 кг) и массовая доля белка были у коров с привязным и беспривязным содержанием (в условиях роботизированной фермы), а наибольшая массовая доля жира (4,05%) у коров при беспривязном содержании. При привязном способе содержания выявлена слабая положительная (0,10) взаимосвязь удоя и массовой доли белка и слабая отрицательная при беспривязном содержании с автоматическим (-0,22) и роботизированным доением (-0,26). Средняя отрицательная зависимость удоя и массовой доли жира отмечена у коров с привязным способом содержания (-0,53) и беспривязным с автоматической технологией доения (-0,47).

**Ключевые слова:** удой за 305 дней лактации, живая масса, содержание, привязное, беспривязное, автоматическое, роботизированное, доение, коэффициент молочности, массовая доля жира и белка, реализация генетического потенциала, родительский индекс коров, коэффициент корреляции, коэффициент наследуемости

**Для цитирования.** Басонов А. Н., Абдулхаликов Р. З., Тарчоков Т. Т., Кулаткова А. С. Влияние продуктивного потенциала женских предков, способов содержания и технологий доения на показатели молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 92–100.  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-92-100

Original article

## The influence of the productive potential of female ancestors, methods of keeping and milking technologies on the indicators of milk productivity of first-calf heifers of the Holstein breed

Orest A. Basonov<sup>✉1</sup>, Rustam Z. Abdulkhalikov<sup>2</sup>, Timur T. Tarchokov<sup>3</sup>,  
Anna S. Kulatkova<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 97 Gagarin Avenue, Nizhny Novgorod, Russia, 603107

<sup>2,3</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

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

<sup>2</sup>rustam742008@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2807-7611>

<sup>3</sup>ttarchokov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7434-1700>

<sup>4</sup>ann.sk@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5972-1932>

**Abstract.** The article studied the dependence of the milk productivity of the first-calf heifers of the Holstein breed on the method of keeping and milking technology of the first-calf heifers in the conditions of LLC "Plemzavod named by Lenin" Koverninsky district of the Nizhny Novgorod region. The coefficient of milk production was calculated, the live weight was determined. It has been established that the method of keeping first-calf heifers and the technology of milking cows affect the productive indicators of cattle. So, with the highest live weight of cows kept in a tethered way (559 kg), first-time heifer cows with a robotic milking system (8617 kg) have the highest milk yield. With tethered and loose housing with robotic milking technology for cows, the milk yield (1534.3 and 1556.4 kg, respectively) exceeds the value of the group of cows kept loose with automatic milking of the "Carousel" type by 5.7% and 7.2% respectively. It has been established that the highest milk yield for 305 days of lactation (8590 and 8617 kg) and the mass fraction of protein characterized to cows with tethered and loose housing (in a robotic farm), and the largest mass fraction of fat (4.05%) in cows with loose housing. With a tie-down method of keeping, a weak positive (0.10) relationship between milk yield and the mass fraction of protein was revealed, and a weak negative relationship was found with loose keeping with automatic (-0.22) and robotic milking (-0.26). The average negative dependence of milk yield and mass fraction of fat was characterized to cows with a tie-down method of housing (-0.53) and free-range with automatic milking technology (-0.47).

**Keywords:** milk yield for 305 days of lactation, live weight, content, tethered, loose, automatic, robotic, milking, milking ratio, mass fraction of fat and protein, realization of genetic potential, parental index of cows, correlation coefficient, heritability coefficient

**For citation.** Basonov O.A., Abdulkhalikov R.Z., Tarchokov T.T., Kulatkova A.S. The influence of the productive potential of female ancestors, methods of keeping and milking technologies on the indicators of milk productivity of first-calf heifers of the Holstein breed. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):92–100. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-92-100

**Введение.** Молоко – продукт нормальной секреции молочных желез животных. В своем составе оно содержит все необходимые для питания человека вещества в сбалансированном соотношении: белки, жиры, углеводы, которые легко усваиваются и, кроме того, стимулируют усвоение других питательных веществ [1]. На производство молока требуются затраты большого количества труда и

средств [2]. С увеличением количества крупных ферм появились объективные условия для внедрения индустриальной технологии в молочное животноводство [3–5]. Обеспечение населения страны молоком в достаточном количестве требует рационального использования продуктивного потенциала молочного скота в условиях промышленной технологии производства молока [6]. Опыт многих пере-

довых хозяйств показывает, что при укреплении кормовой базы, улучшении кормления, содержания и внедрения промышленной технологии можно повысить молочную продуктивность коров на 20-25% [7–9].

Молочная продуктивность является одним из самых важных факторов животноводства, ее характеризуют удой, жирность и белково-молочность [10]. На молочную продуктивность коров влияют генетические и паратипические факторы [3, 9]. Технология производства молока как основной паратипический фактор включает способ содержания, кормление и технологию доения скота [4, 11].

**Цель исследования** – определение влияния уровня продуктивности женских предков и зависимости показателей молочной продуктивности коров-первотелок от способа содержания и технологии доения животных.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования были проведены с 2021 по 2022 годы в ООО «Племзавод им. Ленина» Ковернинского района Нижегородской области. Объектом исследований явились 3 группы коров-первотелок голштинизированной породы. Исследование проводилось на трех группах коров численностью 142, 128 и 185 коров-первотелок голштинизированной породы. Распределение осуществлялось в зависимости от способа содержания и технологии доения: 1 группа – коровы привязного способа содержания при технологии доения в молокопровод марки DeLaval; 2 группа – беспривязного способа содержания с доением в условиях доильного зала с автоматическим доением коров типа «Параллель» и 3 группа – с применением роботизированной доильной установки «Lely Astronaut» при способе содержания, аналогичном 2-й группе.

Во всех группах была изучена молочная продуктивность коров: удой за 305 дней лактации, живая масса животных, определен коэффициент молочности. Молочную продуктивность оценивали за всю лактацию, за первые 305 дней лактации, по контрольным дойкам – 1 раз в месяц. Содержание жира и молочного белка в молоке, полученном от коровы за лактацию, определяли 1 раз в месяц на инфракрасном анализаторе качества молока «Инфра Милк» исполнение Профи.

Прогнозируемую продуктивность первотелок (генетический потенциал) определяли

на основании показателей продуктивности женских предков. Родительский индекс коров (РИК) рассчитывался по формуле Кравченко Н. А. (1969):

$$РИК = \frac{2M + MM + MO}{4},$$

где:

М – продуктивность матери;

ММ – продуктивность матери матери;

МО – продуктивность матери отца.

Степень реализации генетического потенциала (РГП) определяли по формуле:

$$РГП = \frac{\text{фактическая продуктивность}}{\text{ожидаемая продуктивность по РИК}} \times 100\%.$$

**Результаты исследования.** Кормление скота при привязном и беспривязном способах содержания было однотипным – полнорационными кормовыми смесями с использованием кормов собственного производства. Рационы были сбалансированы по детализированным нормам (ВИЖ) [12].

Молочную продуктивность оценивали за всю лактацию, за первые 305 дней лактации, по контрольным дойкам – 1 раз в месяц.

Удой количественно выражает молочную продуктивность коров [10, 13]. Молочная продуктивность – один из главных показателей экономической эффективности животноводческого хозяйства [14, 15]. Оценку проводят в отношении каждой коровы и целого стада [16]. Качественные показатели молочной продуктивности животных характеризует содержание жира, белка, молочного сахара, минеральных веществ и витаминов. Показатель молочной продуктивности коров зависит от многих факторов и может меняться как в большую, так и в меньшую сторону [11].

В таблице 1 показана молочная продуктивность коров-первотелок, значения массовой доли жира и белка в молоке в зависимости от способа содержания и технологии доения животных.

Из данных таблицы 1 установлено, что наибольшая продуктивность у коров с привязным и беспривязным способом содержания с роботизированной технологией доения, 8591 кг и 8617 кг, соответственно. Наименьший удой выявлен у коров-первотелок бес-

привязного способа содержания с автоматической технологией доения типа «Параллель» составил 7877 кг. Данную группу пре-

восходят сверстницы 1-й группы на 714 кг или 9,0% и 3-й группы на 740 кг или 9,4% при достоверной разнице ( $P>0,999$ ).

**Таблица 1.** Удой, массовая доля жира и белка в молоке, полученном от первотелок  
**Table 1.** Milk yield, mass fraction of fat and protein in milk obtained from first-calf heifers

Группа	Удой за 305 дней лактации, кг			Массовая доля в молоке, %					
				массовая доля жира, %			массовая доля белка, %		
	$\bar{X}\pm m_{\bar{x}}$	$C_v$	$\sigma$	$\bar{X}\pm m_{\bar{x}}$	$C_v$	$\sigma$	$\bar{X}\pm m_{\bar{x}}$	$C_v$	$\sigma$
1 (n=142)	8591±105,0	14,6	1250,0	3,95±0,005	1,5	0,06	3,13±0,003	1,15	0,04
2 (n=128)	7877±108,4	15,6	1225,3	4,05±0,02	4,6	0,19	3,15±0,004	1,44	0,04
3 (n=185)	8617±98,6	15,6	1340,9	3,93±0,03	10,6	0,42	3,15±0,008	3,61	0,11

Анализ табличного материала (табл. 1) показывает, что массовая доля жира в молоке исследуемого поголовья 1 и 3 группы на уровне 3,94%, во 2 группе – 4,05%. Уменьшение величины удоя первотелок при беспривязном содержании способствовало наибольшей доли жира в молоке, по сравнению с другими группами коров.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что наименьшая массовая доля белка в молоке коров привязного содержания составила 3,13%, у коров беспривязного содержания – 3,15%, что на 0,6% превосходит другие группы. Доля белков в молоке исследуемых коров варьируется от 2,7% до 3,4%. Таким образом, содержание жира в молоке характеризуется, прежде всего, структурой рациона.

Удой коров непосредственно взаимосвязаны с живой массой животных. Критерий живой массы характеризует индивидуальное

развитие животного, при учете в постэмбриональном периоде и в самом раннем возрасте и имеет достаточно высокую связь с последующими периодами жизни животного. Значения массы животного описывают состояние его здоровья и правильность развития и учитываются при формировании полноценного рациона питания. При оценке живой массы возможно спрогнозировать молочную продуктивность коров-первотелок в будущем [9].

Объективным показателем при оценке продуктивных качеств молочного скота является коэффициент молочности, он показывает количество надоенного молока за лактацию на 100 кг живой массы.

В таблице 2 приведены данные о живой массе коров-первотелок и результаты расчета коэффициента молочности коров-первотелок при различных способах содержания и технологиях доения животных.

**Таблица 2.** Живая масса коров-первотелок и коэффициент молочности, кг  
**Table 2.** Live weight of first-calf heifers and milk yield, kg

Группа животных	Живая масса коров-первотелок, кг			Коэффициент молочности коров		
	$\bar{X}\pm m_{\bar{x}}$	$C_v$	$\sigma$	$\bar{X}\pm m_{\bar{x}}$	$C_v$	$\sigma$
1 (n=142)	560±2,7	5,7	31,7	1534±17,3	13,4	205,3
2 (n=128)	542±1,9	4,0	21,5	1451±11,7	9,1	132,0
3 (n=185)	554±2,8	6,9	38,1	1556±17,5	15,3	238,1

Анализ цифрового материала таблицы 2 подтверждает ожидания, что живая масса в 1-й и 3-й группах оказалась наибольшей, и межгрупповых различий не наблюдалось, но 1-я группа превосходила 2-ю группу на 18 кг или 3,3% и 3-я превосходила 2-ю на 12 кг или на 2,2% при значимой разнице ( $P>0,999$ ).

Согласно табличному материалу (табл. 2), такая же тенденция, как по живой массе, наблюдалась по коэффициенту молочности: у 1-й и 3-й группы он примерно одинаков, но по этому показателю 1-я группа превосходит 2-ю на 83 или 5,7%, а 3-я на 105 или на 7,2% при достоверной разнице ( $P>0,099$ ). Коэф-

фициент молочности коров-первотелок свидетельствует о положительной взаимосвязи живой массы с удоями молока.

Важнейшим фактором при определении ценности молочного скота является генетический потенциал животных [17]. На осно-

вании данных о продуктивности материнских предков нами были рассчитаны средние показатели продуктивности матерей первотелок, матерей матерей и матерей отцов. Полученные данные представлены в таблице 3.

**Таблица 3.** Молочная продуктивность женских предков первотелок, кг  
**Table 3.** Milk productivity of female ancestors of first-calf heifers, kg

Группа	Продуктивность матери матери, кг			Продуктивность матери отца, кг			Продуктивность матери, кг		
	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	$C_v$	$\sigma$	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	$C_v$	$\sigma$	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	$C_v$	$\sigma$
1 (n=142)	9032,2±87,0	11,5	1036,4	13885,6±213,6	18,3	2536,4	9277,7±111,5	14,3	1325,9
2 (n=128)	9875,8±77,7	8,9	878,9	14567,8±131,3	10,2	1485,9	10323,4±96,7	10,6	1094,3
3 (n=185)	9604,3±67,8	9,6	922,0	14271,2±183	17,4	2485,5	9456,5±78,6	11,3	1068,6

Из данных таблицы 3 установлено, что наибольший удой матерей за лактацию у коров, содержащихся при беспривязном способе, с автоматизированным доением в системе «Параллель» составил 10323,4 кг и превосходит удой коров с привязным содержанием с доением в молокопровод и беспривязным содержанием с роботизированным доением на 1045,7 или 11,3% и на 866,9 или 9,2% соответственно при значимой разнице ( $P \geq 0,95$ ). Та же тенденция наблюдается при анализе наивысшей лактации у бабушек, продуктивность сверстниц 2 группы больше, чем в 1 группе на 843,6 кг или 9,3%, и сверстниц 3 группы на 271,5 кг или 2,8%. При сравнении данных о лактации матерей отцов отмечено аналогичное различие. Удой во 2 и 3 группах примерно одинаковый и превос-

ходит удой коров 1 группы на 682,2 кг или 5% и 385,6 кг или 2,8%, соответственно.

Для более полного анализа и оценки потенциальных возможностей животных по продуктивности женских предков нами был рассчитан родительский индекс коров (РИК), отражающий генетические возможности животного и степень передачи продуктивных качеств потомству (РГП) (табл. 4).

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что показатель РИК находился на уровне 10368,3-11272,6 по удою. РИК по удою 2 группы, с беспривязным содержанием с доением в системе «Параллель», превосходил первотелок контрольной группы на 575,5 кг или 5,4%, а РИК 3 группы – с роботизированным доением – на 328,8 кг или 3,2% при достоверной разнице ( $P \geq 0,95$ ).

**Таблица 4.** Реализация генетического потенциала первотелок  
**Table 4.** Realization of the genetic potential of heifers

Группа	РИК, кг			Продуктивность дочерей, кг			РГП, %		
	$X \pm m_X$	$C_v$	$\sigma$	$X \pm m_X$	$C_v$	$\sigma$	$X \pm m_X$	$C_v$	$\sigma$
1 (n=142)	10368,3±74,32	8,51	882,5	8591±105,0	14,6	1250,1	83,21±1,06	15,07	12,54
2 (n=128)	11272,6±289,95	28,99	3267,58	7877±108,4	15,6	1225,3	72,10±1,31	20,53	14,80
3 (n=185)	10697,1±68,97	8,75	935,5	8617±98,6	15,6	1340,9	81,0±0,99	16,62	13,50

Реализация генетического потенциала (РГП) по удою за 305 дней лактации была больше в контрольной группе и составила 83,21%, что превосходит 2 и 3 группы на 11,11% и 2,21% соответственно.

Установлено, что при высокой продуктивности женских предков матерей (10323,4 кг), матерей отцов (14567,8 кг) и матерей (9875,8 кг) РИК при данном способе содержания и технологии доения наибольший (11272,6 кг)

из трех исследуемых групп. Однако следует отметить, что продуктивность дочерей меньше, что может быть обусловлено влиянием условий содержания. В результате при беспривязном содержании коров с автоматическим доением степень реализации генетического потенциала низкая и составляет 72,1%.

Таким образом, в условиях ООО «Племзавод им. Ленина» коровы голштинской породы реализуют свой генетический потенциал на высоком уровне при привязном способе содержания и беспривязном способе с роботизированной системой доения, чему способствуют комфортные условия кормления и содержания животных.

**Таблица 5.** Взаимосвязь между удоем, массовой долей жира и белка в зависимости от удоя коров-первотелок

**Table 5.** The relationship between milk yield, mass fraction of fat and protein, depending on the milk yield of first-calf heifers

Группа животных	Коэффициент корреляции		
	между удоем и		между массовой долей жира и массовой долей белка
	МДЖ, %	МДБ, %	
1 (n=142)	-0,53	0,10	0,16
2 (n=128)	-0,47	-0,22	0,35
3 (n=185)	-0,14	-0,26	0,05

Анализ данных таблицы 5 показал, что между удоем и массовой долей жира у всех групп первотелок наблюдается отрицательная корреляция: в 1 и 2 – средняя (-0,53 и -0,47 соответственно), в 3 – слабая (-0,14).

Слабая положительная взаимосвязь между удоем и массовой долей белка отмечена в группе коров с привязным содержанием (0,10), в других зависимость характеризуется как слабая отрицательная (-0,22 и -0,26 соответственно).

При оценке полученных данных между массовой долей жира и массовой долей белка установлена слабая положительная корреляция в группах коров с привязным содержанием и беспривязным содержанием с роботизированным доением, 0,16 и 0,05 соответственно. Коэффициент корреляции по данному показателю у животных с беспривязным содержанием с автоматическим доением в системе «Параллель» – средняя положительная (0,16). Существует прямая кор-

реляционная зависимость между уровнем жира в молоке и белка, то есть чем выше насыщенность белком, тем жирнее молоко.

**Выводы.** Установлено, что наибольшая молочная продуктивность у коров с привязным (8591 кг) и беспривязным способом содержания с роботизированной технологией доения (8617 кг). Наименьший удой составил 7877 кг у коров-первотелок беспривязного способа содержания с автоматической технологией доения типа «Параллель».

Определено, что массовая доля жира в молоке исследуемого поголовья 1 и 3 группы на уровне 3,94%, во 2 группе – 4,05%. Уменьшение величины удоя первотелок при беспривязном содержании способствовало наибольшей доли жира в молоке, по сравнению с другими группами коров.

Наименьшая массовая доля белка в молоке коров привязного содержания составила 3,13%, беспривязного содержания – 3,15%, что на 0,6% превосходит другие группы.

Наибольшей продуктивностью матерей за лактацию (10323,4 кг) характеризуется группа коров при беспривязном способе содержания, с автоматическим доением в системе «Параллель», что превосходит продуктивность коров с привязным содержанием с доением в молокопровод и беспривязным содержанием с роботизированным доением. Таким образом, способ содержания коров-первотелок и технология доения коров непосредственно влияет на продуктивные показатели животных.

Коровы-первотелки с наибольшей живой массой (560 кг и 554 кг) при привязном способе содержания и беспривязном с роботизированной системой доения имеют удой 8591 кг и 8617 кг, соответственно, с коэффициентом молочности 1534 кг и 1556 кг.

Доказано, что степень РГП по удою за 305 дней лактации наибольшая у коров-первотелок, содержащихся привязным способом с доением в молокопровод) и составляет 83,21%.

При привязном способе содержания установлена слабая положительная взаимосвязь удоя и массовой доли белка (0,10) и слабая отрицательная при беспривязном содержании с автоматическим (-0,22) и роботизированным доением (-0,26). Средняя отрицательная зависимость между удоем и массовой долей жира установлена у коров с привязным способом содержания (-0,53) и беспривязным с автоматическим доением (-0,47).

Список литературы

1. Родионов Г. В. [и др.]. Скотоводство: учебник / под общ. ред. Г. В. Родионова. Москва: Колос, 2007. 405 с.
2. Стрекозов Н. И., Амерханов Х. А., Первов Н. Г. Молочное скотоводство России: монография. Москва: ВИЖ. 2013. С. 9–40.
3. Аbugалиев С. К., Продуктивные и экстерьерные показатели коров голштинской породы, разводимой в ТОО «СП Первомайский» // Зоотехния. 2017. № 10. С. 2–5.
4. Басонов О. А. Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от сроков их осеменения // Зоотехния. 2018. № 11. С. 30–32.
5. Басонов О. А., Гинойн Р. В., Арутюнян С. Г. Молочная продуктивность первотелок голштинской породы в зависимости от интенсивности их роста // Основные направления кардинального роста эффективности АПК в условиях цифровизации: сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2019. С. 293–298.
6. Катков А. В., Сафронов С. Л., Басонов О. А. Сравнительная характеристика продуктивных качеств коров черно-пестрой породы разных регионов России // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 47. С. 85–91.
7. Басонов О. А., Павлова О. Е. Продолжительность хозяйственного использования коров от уровня их молочной продуктивности // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 4(40). С. 103–107.
8. Басонов О. А., Шкилев Н. П., Басонова А. О., Иванова Н. И., Арутюнян С. Г. Молочная продуктивность первотелок голштинской породы разной селекции // Зоотехния. 2019. № 10. С. 6–9.
9. Прахов А. Л., Басонов О. А. Молочная продуктивность и селекционно-генетические параметры черно пестрых коров отечественной и датской селекций // Аграрная наука. 2005. № 3. С. 22–24.
10. Басонов О. А., Ершова А. А. Характеристика голштинизированных коров датской и отечественной селекции // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 4. С. 30–32.
11. Руденко О. В., Басонов О. А. Молочная продуктивность голштинизированных черно-пестрых коров как фактор их продуктивного долголетия // Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных: материалы Международной научно-практической конференции. 2015. С. 108–110.
12. Калашников А. П., Фисинин В. И. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. Москва: Россельхозакадемия, 2003. 456 с.
13. Басонов О. А., Воробьева Н. В., Тайгунов М. Е., Басонова С. С. Молочная продуктивность голштинизированного черно-пестрого скота // Зоотехния. 2010. № 7. С. 15–17.
14. Логинова Т. П., Басонов О. А. Продуктивность черно-пестрых коров различной селекции // Зоотехния. 2005. № 7. С. 18–20.
15. Ляшенко В. В., Ситникова И. В. Молочная продуктивность и качество молока голштинских коров-первотелок разной селекции // Зоотехния. 2013. № 9. С. 18–19.
16. Басонов О. А., Павлова О. Е. Динамика молочной продуктивности и долголетия коров в зависимости от кровности по голштинской породе // Зоотехния. 2018. № 11. С. 11–12.
17. Шишкина Т. В., Латыпова Э. А. Влияние генотипа на молочную продуктивность коров // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей IX Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета. Пенза, 2021. С. 205–210.

References

1. Rodionov G.V. [et al.]. *Skotovodstvo* [Cattle breeding]: *uchebnik*. Under the general editorship of G.V. Rodionov. Moscow: Kolos, 2007. 405 p. (In Russ.)
2. Strekozov N.I., Amerkhanov H.A., Pervov N.G. *Molochnoye skotovodstvo Rossii* [Dairy cattle breeding of Russia]: *monograph*. Moscow: VIZH. 2013. Pp. 9–40. (In Russ.)
3. Abugaliev S.K., Productive and exterior indicators of holstein cows breeding in TOO "SP Pervomaysky". *Zootekhnika*. 2017;(10):2–5. (In Russ.)
4. Basonov O.A. Milk productivity of black-and-white breed cows depending of insemination terms. *Zootekhnika*. 2018;(11):30–32. (In Russ.)

5. Basonov O.A., Ginoyan R.V., Arutyunyan S.G. Milk productivity of first-calf heifers of the Holstein breed depending on the intensity of their growth. *Osnovnyye napravleniya kardinal'nogo rosta effektivnosti APK v usloviyakh tsifrovizatsii* [The main directions of a cardinal increase in the efficiency of the agro-industrial complex in the context of digitalization]: *sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. 2019. Pp. 293–298. (In Russ.)
6. Katkov A.V., Safronov S.L., Basonov O.A. Comparative characteristics of productive qualities of cows of black-and-white breed in different regions of Russia. *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2017;(47):85–91. (In Russ.)
7. Basonov O.A., Pavlova O.E. Duration of economic use of cows depending on their milk productivity level. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2017;4(40):103–107. (In Russ.)
8. Basonov O.A., Shkilev N.P., Basonova A.O., Ivanova N.I., Arutyunyan S.G. Dairy productivity of holstein breed cows-heifers of different selection. *Zootekhnika*. 2019;(10): 6–9. (In Russ.)
9. Prahov A.L., Basonov O.A. Milk productivity and selection-genetic parameters of black-spotted cows of the local and danish selection. *Agrarian Science*. 2005;(3):22–24. (In Russ.)
10. Basonov O.A., Ershova A.A. Characteristics of Holsteinized cows of Danish and domestic selection. *Dairy and meat cattle breeding*. 2005;(4):30–32. (In Russ.)
11. Rudenko O.V., Basonov O.A. Milk productivity of Holsteinized black-and-white cows as a factor of their productive longevity. *Puti prodleniya produk-tivnoy zhizni molochnykh korov na osnove optimizatsii razvedeniya, tekhnologiy sodержaniya i kormleniya zhivotnykh* [Ways to extend the productive life of dairy cows based on the optimization of breeding, keeping and feeding technologies]: *materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. 2015. Pp. 108–110. (In Russ.)
12. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I. [et al.]. *Normy i ratsiony kormleniya sel'sko-khozyaystvennykh zhivotnykh* [Norms and diets for feeding farm animals]. *Reference manual*. Moscow: Russian Agricultural Academy, 2003. 456 p. (In Russ.)
13. Bassonov O.A., Vorobieva N.V., Taigunov M.E., Basonova S.S. Milk productivity of holsteinized black-and-white cows in depends on lactation and linear feature. *Zootekhnika*. 2010;(7):15–17. (In Russ.)
14. Loginova T.P., Basonov O.A. Productivity of black-and-white cows different selection. *Zootekhnika*. 2005;(7):18–20. (In Russ.)
15. Lyashenko V.V., Sitnikov I.V. Milk producteivity and milk quality of holstein cow-heifers of different selection. *Zootekhnika*. 2013;(9):18–19. (In Russ.)
16. Basonov D.A., Pavlova O.E. Dynamics of dairy productivity and longevity of holstein dairy cows. *Zootekhnika*. 2018;(11):11–12. (In Russ.)
17. Shishkina T.V., Latypova E.A. Influence of the genotype on the milk productivity of cows. *Innovatsionnyye tekhnologii v APK: teoriya i praktika* [Innovative technologies in the agro-industrial complex: theory and practice]: *sbornik statey IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu Penzenskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. Penza, 2021. Pp. 205–210. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Басонов Орест Антипович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Частная зоотехния и разведение сельскохозяйственных животных», проректор по научной и инновационной работе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», Author ID: 269889

**Абдулхаликов Рустам Заурбиевич** – доктор 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: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354

**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, Author ID: 448712, Scopus ID: 57193828145

**Кулаткова Анна Сергеевна** – соискатель кафедры «Частная зоотехния и разведение сельскохозяйственных животных», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», Author ID: 861301

**Information about the authors**

**Basonov Orest Antipovich** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department "Private Zootechnics and Breeding of Farm Animals", Vice-Rector for Scientific and Innovative Work, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Author ID: 269889

**Timur T. Tarchokov** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 9472-0334, Author ID: 448712, Scopus ID: 57193828145

**Rustam Z. Abdulkhalikov** – Doctor 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: 2454-3610, Author ID: 253048, Scopus ID: 57221329354

**Kulatkova Anna Sergeevna** – Competitor of the Department "Private zootechnics and breeding of farm animals", Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Author ID: 861301

---

**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 28.02.2023;  
одобрена после рецензирования 15.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 28.02.2023;  
approved after reviewing 15.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

**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 62-231.311

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-101-108

**Обеспечение требуемой точности относительного положения деталей  
при сборке кривошипно-шатунного механизма двигателя****Аслан Каральбиевич Апажев<sup>1</sup>, Юрий Хасанович Шогенов<sup>2</sup>,****Юрий Ахметханович Шекихачев<sup>✉3</sup>**<sup>1,3</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект  
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030<sup>2</sup>Российская академия наук, Ленинский проспект, 14, Москва, Россия, 119991<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782><sup>2</sup>yh1961s@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7588-0458><sup>✉3</sup>shek-fmer@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

**Аннотация.** В статье приведены методические подходы к решению актуальной проблемы – обеспечению требуемой точности относительного положения деталей при сборке кривошипно-шатунного механизма дизельных двигателей. Задача аналитического моделирования технологической операции сборки и центровки поршня кривошипно-шатунного механизма в цилиндре двигателя сводится к математическому описанию появления и изменения перекосов поршня в функции от производственных погрешностей во взаимном расположении базовых поверхностей деталей, составляющих этот механизм, а также от угла поворота коленчатого вала. Исследования проведены с учетом того, что точность сборки кривошипно-шатунного механизма может быть оценена двумя комплексными параметрами: перекосом поршня, включающим в себя суммарные технологические погрешности формы и взаимного расположения служебных поверхностей двигателей, и надпоршневым зазором. Получена теоретическая зависимость, позволяющая однозначно определять изменение монтажного зазора между гильзой цилиндра и поршнем в функции от погрешности во взаимном расположении осей коренных шатунных шеек коленчатого вала, а также от его угла поворота. Разработана математическая модель технологической сборочной операции центровки поршня в цилиндре, реализация которой позволяет однозначно подходить к решению вопросов о необходимости, возможности, а также путях устранения компенсации чрезмерных паразитных перекрытий монтажного зазора между поршнем и гильзой цилиндра. Расчеты на примере дизельного двигателя ЯМЗ-240 показали, что при условии ограничения несобираемости узла при смещении оси поршня относительно оси гильзы влево и вправо значением вероятности, равным 0,0227, осуществление разборки поршневой группы по методу взаимозаменяемости возможно только в том случае, если несоосность осей элементарных цилиндров поршня и гильзы в наиболее удаленном сечении не будет превышать 0,118 мм.

**Ключевые слова:** дизельный двигатель, поршень, цилиндр, перекося, зазор, точность, вероятность, моделирование

*Для цитирования.* Апажев А. К., Шогенов Ю. Х., Шекихачев Ю. А. Обеспечение требуемой точности относительного положения деталей при сборке кривошипно-шатунного механизма двигателя // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 101–108. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-101-108

Original article

## Ensuring the required accuracy of the relative position of parts during assembly of the engine crank-ring mechanism

Aslan K. Apazhev<sup>1</sup>, Yuri Kh. Shogenov<sup>2</sup>, Yuri A. Shekikhachev<sup>✉3</sup>

<sup>1,3</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>2</sup>Russian Academy of Sciences, 14 Leninsky Prospekt, Moscow, Russia, 119991

<sup>1</sup>kbr.apagev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5448-5782>

<sup>2</sup>yh1961s@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7588-0458>

<sup>✉3</sup>shek-fmep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6300-0823>

**Abstract.** The article presents methodological approaches to solving an urgent problem – ensuring the required accuracy of the relative position of parts when assembling the crank mechanism of diesel engines. The task of analytical modeling of the technological operation of assembling and centering the piston of the crank mechanism in the engine cylinder is reduced to a mathematical description of the appearance and change of piston distortions as a function of production errors in the relative position of the base surfaces of the parts that make up this mechanism, as well as the angle of rotation of the crankshaft. The studies were carried out taking into account the fact that the assembly accuracy of the crank mechanism can be assessed by two complex parameters: the piston misalignment, which includes the total technological errors in the shape and relative position of the service surfaces of the engines, and the over-piston clearance. A theoretical relationship has been obtained that makes it possible to unambiguously determine the change in the mounting gap between the cylinder liner and the piston as a function of the error in the mutual arrangement of the axes of the main connecting rod journals of the crankshaft, as well as on its angle of rotation. A mathematical model of the technological assembly operation of piston alignment in the cylinder has been developed, the implementation of which allows one to unambiguously approach the solution of questions about the need, possibility, and ways to eliminate compensation for excessive parasitic overlaps of the mounting gap between the piston and the cylinder liner. Calculations using the YAMZ-240 diesel engine as an example showed that, under the condition of limiting the non-assembly of the assembly when the piston axis is shifted relative to the sleeve axis to the left and right by a probability value of 0.0227, disassembly of the piston group using the interchangeability method is possible only if the misalignment of the axes elementary cylinders of the piston and sleeve in the most remote section will not exceed 0.118 mm.

**Keywords:** diesel engine, piston, cylinder, misalignment, clearance, accuracy, probability, modeling

**For citation.** Apazhev A.K., Shogenov Y.Kh., Shekikhachev Yu.A. Ensuring the required accuracy of the relative position of parts during assembly of the engine crank-ring mechanism. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):101–108. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-101-108

**Введение.** Ресурс, а, следовательно, и долговечность автотракторных двигателей определяется в основном следующими факторами: исходными зазорами, точностью обработки и взаимного расположения деталей

кривошипно-шатунного механизма, характером и интенсивностью износа деталей в важных сопряжениях в период приработки и установившегося износа, характером влияния эксплуатационного роста зазоров в важ-

нейших сопряжениях на основные показатели двигателя, установленными допусками на изменение основных топливных и мощностных показателей двигателя в период его эксплуатации [1–6].

Предельно допустимая величина перекоса поршня в цилиндре, обеспечивающая необходимую точность относительного положения деталей при сборке кривошипно-шатунного механизма, определяется теоретическим расчетом с учетом обеспечения условий жидкостного трения в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма. Перекос может быть допущен в пределах диаметрального эксплуатационного зазора в данном сопряжении. При этом условии не будет возникать усилие, воздействующее на поверхность зеркала цилиндра в данной плоскости, а, следовательно, и не будет износа зеркала вследствие перекоса поршня [7–9].

Случайный характер и взаимная независимость погрешностей во взаимном расположении базовых поверхностей, влияющих на перекосы поршня в цилиндре, позволяет строить искомое решение как совокупность частных решений, которые будут представлять собой математическое описание изменения замыкающего звена в функции от той или иной производственной погрешности и угла поворота коленчатого вала.

**Цель исследования** – установление требуемой точности относительного положения деталей при сборке кривошипно-шатунного механизма дизельного двигателя.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования базируются на методах физического и математического моделирования, сравнения. В качестве объекта исследования использован тяжелый дизельный двигатель ЯМЗ-240.

**Результаты исследования.** Допустимый перекос поршня в цилиндре вычисляется по выражению:

$$\sin \varphi_{\max} = \frac{\Delta'_{\min}}{H}, \quad (1)$$

где:

$\varphi_{\max}$  – угол поворота коленчатого вала, соответствующий максимальному перекосу поршня в цилиндре;

$\Delta'_{\min}$  – опорная высота поршня;

$H$  – минимальный эксплуатационный зазор между цилиндром и поршнем в плоскости, проходящей через ось вращения коленчатого вала и ось цилиндра.

Вследствие малости  $\sin \varphi_{\max}$ , можно принять  $f_{\max} \approx \frac{\Delta'_{\min}}{H}$ .

Для двигателя ЯМЗ-240, пересчитывая допустимый угол перекоса на линейные отклонения, получим, что при сборке необходимо обеспечить, чтобы перекос поршня в цилиндре был не более 0,12 мм/100 мм.

Естественно, что имеющие место в практике значения перекоса поршней, превышающие допустимые значения, снижают качество сборки, следовательно, и качество ремонта двигателя. При перекосах поршней, превышающих допустимые значения, условия жидкостного трения в сопряжениях кривошипно-шатунного механизма нарушаются [10–12].

При перекосах поршней более 0,15–0,20 мм имеют место дополнительные усилия в сопряжениях, которые возрастают с увеличением перекоса. При перекосах поршней в цилиндрах, равных 0,3 мм/100 мм, зазор практически отсутствует, и в местах контакта сопрягаемых поверхностей возникают дополнительные краевые давления, достигая 150–200 Н, а момент, необходимый для проворачивания коленчатого вала после сборки двигателя, в силу этих причин возрастает в 1,5–2 раза.

При проверке фактических перекосов поршня в цилиндре на сборке необходимо располагать расчетными данными по предельным отклонениям реального механизма от идеального. В связи с этим возникает необходимость введения в математическую модель технологической операции узловой сборки уравнения собираемости кривошипно-шатунного механизма.

Под уравнением собираемости кривошипно-шатунного механизма по перекосам поршня в цилиндре будем понимать такие их предельные значения, при которых монтажный зазор между поршнем и гильзой в наборе полностью перекрывается за счет перемещения поршня под действием производственных погрешностей во взаимном расположении базовых поверхностей деталей этого механизма.

Уравнение собираемости кривошипно-шатунного механизма по перекосам поршня в цилиндре имеет вид:

$$f(\psi_{\Sigma i})_{\max} = \delta_z, \quad (2)$$

где:

$f(\psi_{\Sigma i})_{\max}$  – максимальное перемещение точки образующей поршня, принадлежащей наиболее удаленному от начала координат сечению  $dz$  поршня;

$\delta_z$  – истинное значение радиального зазора между гильзой и поршнем в сечении  $dz$  при угле поворота коленчатого вала, соответствующем максимальному перекоосу.

Принимая во внимание принцип независимости действия первичных ошибок, можно записать:

$$\begin{aligned} & \psi_i r \cos \varphi_{\max} + \left( L \sqrt{1 + \lambda^2 \sin^2 \varphi_{\max}} + \ell_{i\max} \right) + \\ & + (\psi_1 + \psi_{2n} \cos \varphi_{\max} + \psi_{2c} \sin \varphi_{\max}) + \\ & + \left( \psi_{3c} \lambda \sin \varphi_{\max} + \psi_{3n} \sqrt{1 + \lambda^2 \sin^2 \varphi_{\max}} + \psi_4 \right) \ell_{i\max} \leq \delta_z, \end{aligned} \quad (3)$$

где:

$\psi_i$  – погрешности во взаимном расположении базовых поверхностей деталей кривошипно-шатунного механизма;

$r$  – радиус кривошипа;

$L$  – длина шатуна;

$\lambda$  – геометрическая характеристика кривошипно-шатунного механизма;

$\ell_{i\max}$  – расстояние от оси поршневого пальца до наиболее удаленного в направлении положительной полуоси сечения поршня;

$\psi_1$  – отклонение от взаимной перпендикулярности осей гильзы цилиндра и коленчатого вала;

$\psi_{2n}, \psi_{2c}$  – соответственно, непараллельность и перекрещивание осей коренных и шатунных шеек;

$\psi_{3n}$  и  $\psi_{3c}$  – соответственно, непараллельность и перекрещивание осей подшипников верхней и нижней головок шатуна;

$\psi_4$  – отклонение от взаимной перпендикулярности осей отверстия под поршневой палец и образующей поршня.

Вероятность удовлетворения уравнения (3) зависит не только от абсолютных значений

входящих в него величин, но и от законов распределения погрешностей в поле допуска.

Представим цилиндрическую поверхность поршня в виде бесконечного множества элементарных цилиндров с высотой  $dz$ , и из всего этого множества рассмотрим вероятность вхождения в гильзу цилиндра, наиболее удаленного в направлении положительной полуоси  $Z$  элементарного сечения. Такой прием позволяет свести задачу к расчету возможности сборки элементарного вала диаметром  $d$  и длиной  $dz$  с отверстием при параллельных, но не совпадающих осях.

Несоответствие осей, или их несоосность, при такой интерпретации по абсолютной величине и направлению будет однозначной функцией от дополнительных перемещений поршня под действием производственных погрешностей во взаимном расположении базовых поверхностей и угла поворота коленчатого вала.

Возможность сборки элементарного вала с отверстием определяется фактическими величинами их несоосности и размерами вала и отверстия, т. е. диаметральными зазорами между ними. Все эти параметры имеют рассеяние, которое должно учитываться, как по величине, так и по направлению. При совпадении осей вала и отверстия радиальный зазор характеризуется гарантированной величиной зазора  $C'$  и функцией  $f(z_i)$  распределения его в пределах от наименьшего  $C'$  до наибольшего предельного значения  $d'$ . При этом предельные значения этой величины могут быть определены из следующих выражений:

$$C' = \frac{1}{2} \left[ \begin{aligned} & (N_a - N_b) + (\Delta_a - \Delta_b) + (\alpha_a \delta_a + \alpha_b \delta_b) - \\ & \alpha_a \delta_a - \frac{1}{2K_z} \sqrt{K_a^2 \delta_a^2 - K_b^2 \delta_b^2} \end{aligned} \right]; \quad (4)$$

$$d' = \frac{1}{2} \left[ \begin{aligned} & (N_a - N_b) + (\Delta_a + \Delta_b) + (\alpha_a \delta_a + \alpha_b \delta_b) \\ & - \alpha_c \delta_z - \frac{1}{2K_z} \sqrt{K_a^2 \delta_a^2 - K_b^2 \delta_b^2} \end{aligned} \right], \quad (5)$$

где:

$N_a$  и  $N_b$  – номинальные размеры, соответственно, отверстия и вала;

$\Delta_a$  и  $\Delta_b$  – координаты середины полей допусков, соответственно, отверстия и вала;

$\alpha_a, \alpha_b, \alpha_z$  – коэффициенты относительной асимметрии кривой распределения допусков, соответственно, отверстия, вала и суммарного зазора;

$K_a, K_b, K_z$  – коэффициенты относительного рассеивания полей допусков, соответственно, отверстия, вала и зазора между ними;

$\delta_a, \delta_b, \delta_z$  – половины полей допусков, соответственно, отверстия, вала и зазора.

При  $\alpha_i = 0$  и  $K_i = 0$ , что соответствует нормальному закону распределения погрешностей, а также при  $N_a = N_b$  для размеров поршня и гильзы двигателя получим:

$$C' = 0,5 \left[ (\Delta_a - \Delta_b) - \sqrt{\delta_a^2 + \delta_b^2} \right], \quad (6)$$

$$d' = 0,5 \left[ (\Delta_a - \Delta_b) + \sqrt{\delta_a^2 + \delta_b^2} \right], \quad (7)$$

или после замены характеристик  $\Delta_i$  и  $\delta_i$  предельными отклонениями из выражений  $\Delta_i = 0,5(\delta'_i + \delta''_i)$  и  $\delta_i = 0,5(\delta'_i - \delta''_i)$ :

$$C' = 0,25 \left[ \frac{(\delta'_a + \delta''_a - \delta'_b - \delta''_b) - \sqrt{(\delta'_a - \delta''_a)^2 + (\delta'_b - \delta''_b)^2}}{\sqrt{(\delta'_a - \delta''_a)^2 + (\delta'_b - \delta''_b)^2}} \right], \quad (8)$$

$$d' = 0,25 \left[ \frac{(\delta'_a + \delta''_a - \delta'_b - \delta''_b) + \sqrt{(\delta'_a - \delta''_a)^2 + (\delta'_b - \delta''_b)^2}}{\sqrt{(\delta'_a - \delta''_a)^2 + (\delta'_b - \delta''_b)^2}} \right], \quad (9)$$

где:

$\delta'_a$  и  $\delta''_a$  – соответственно, верхнее и нижнее предельные отклонения гильзы;

$\delta'_b$  и  $\delta''_b$  – соответственно, верхнее и нижнее предельные отклонения поршня.

Для различных двигателей величина смещения будет распределяться в пределах от  $d'$  до  $|d|$  (здесь  $|d|$  – абсолютная величина допустимой несоосности осей гильзы и поршня) по некоторому закону, плотность вероятности которого обозначим через  $f(y)$ . Закон смещения осей в некотором направлении будет являться и законом перемещения образующей поршня в том же направлении.

Для частного случая примем случайное значение  $y$  смещения осей отверстия и вала при случайном значении  $z$  суммарного за-

зора, соответствующему  $y=0$ . Тогда случайная величина зазора между поверхностями вала и отверстия  $x$  будет равна:

$$x = z - y, \quad (10)$$

а предельные значения наибольшего вероятностного зазора:

$$x_{\min} = z_{\min} - y_{\min}; \quad (11)$$

$$x_{\max} = z_{\max} - y_{\max}.$$

Плотность вероятности зазора рассчитывается по выражению:

$$f(x) = \int_{c+a}^{d+a} f(r)f(r-x)dz, \quad (12)$$

где:

$d, c, a$  – относительные величины зазора (отнесенные к наибольшему вероятностному зазору  $d'$ ).

Математические ожидания равны между собой:  $MX = MY = MZ$ . Также одинаковы и дисперсии:  $DX = DY = DZ$ . Из выражений (4) и (5) несложно установить, что собираемость узла «поршень-гильза» будет иметь место всегда, когда  $x > 0$  и, следовательно, смещение  $a$  меньше гарантированной величины радиального зазора.

При всех  $x < 0$  рассматриваемый узел не может быть собран без дополнительных пригоночных работ.

При  $x = 0$  собираемость узла является неопределенной.

Общая вероятность несобираемости при смещении оси поршня относительно оси гильзы влево и вправо будет равна:

$$P_H = 2 \int_{c+a}^0 f(x)dx. \quad (13)$$

Если функции распределения погрешностей, входящие в последние зависимости, подчиняются нормальному закону, то при  $MY = 0$  и  $MX = MZ$  получим:

$$\begin{aligned} P_H &= 2 \int_{c+a}^0 f(x)dx = \int_{c+a}^0 \frac{2}{\sqrt{2\pi\sigma_x}} e^{-\frac{(x-MX)^2}{2\sigma_x^2}} dx = \\ &= \frac{2}{\sqrt{2\pi(DZ - DY)}} \int_{c+a}^0 \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(x-MX)^2}{DZ - DY}\right\} dx. \end{aligned} \quad (14)$$

Расчет вероятности несобираемости узла удобно производить по нормированной и табулированной функции Лапласа, полученной из равенства (14) в виде:

$$P_H = 2[0,4985 - \Phi(U)], \quad (15)$$

где:

$MX$  и  $\sigma_x$  – соответственно, математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение величины  $X$  (радиального зазора между гильзой и поршнем).

По уравнению (15) может быть рассчитана вероятность несобираемости по известным значениям относительного радиального зазора, несовпадения осей гильзы цилиндра и поршня. Расчет сводится к определению допустимой несоосности гильзы и поршня по оптимальным значениям радиального зазора и принятой вероятности несобираемости.

Расчеты, выполненные по уравнению (15) для двигателя ЯМЗ-240, показали, что при  $P_H = 0,0027$  и относительном зазоре в ци-

линдре  $c = 0,785$ : допустимая относительная величина несоосности  $a = 0,866$ ; половина поля допуска на несоосность гильзы и поршня в сечении  $d_z$ , при которой несобираемость будет ограничена  $P_H = 0,0227$ , будет равна:

$$d' = 0,866 \cdot 0,25 \cdot 0,53 = 0,118.$$

Величина  $d'$  рассчитана по формуле (6) для следующих размеров гильзы  $130_{+0,020}^{+0,030}$  и поршня  $129_{+0,020}^{+0,030}$ .

**Выводы.** На основании результатов исследований можно заключить, что осуществление разборки поршневой группы тяжелого дизельного двигателя ЯМЗ-240 по методу взаимозаменяемости возможно только в том случае, если несоосность осей элементарных цилиндров поршня и гильзы в наиболее удаленном сечении не будет превышать 0,118 мм.

#### Список литературы

1. Егожев А. М. Конструктивно-технологические решения повышения эффективности функционирования соединений деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин. Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2013. 268 с
2. Кобозев А. К., Швецов И. И., Койчев В. С., Газизов И. И., Бахолдин Н. В. Обнаружение и пути устранения неисправностей – резерв более глубокого познания конструкций тракторов и автомобилей // Совершенствование научно-методической работы в университете: сборник трудов научно-методической конференции. Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2018. С. 278–282.
3. Койчев В. С., Мосикян К. А., Барсегян М. С. Особенности оценки эксплуатационной надежности тормозной системы автомобиля // Проблемы научно-технического прогресса в АПК: материалы XIII Международной научно-практической конференции. Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2017. С. 278–282.
4. Бугов Х. У., Егожев А. М., Озрокова Е. М., Полищук Е. А. Математическая модель уточненного расчета динамики роторов силовых машин // Тяжелое машиностроение. 2009. № 2. С. 12–15.
5. Бугов Х. У., Егожев А. М. Резьбовое соединение повышенной прочности // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. № 11. С. 48–49.
6. Бугов Х. У., Егожев А. М. Износоустойчивость резьбовых соединений // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. № 12. С. 40–41.
7. Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Карданов Х. Б., Чеченов М. М., Шекихачева Л. З. Повышение надежности распылителей форсунок автотракторных дизелей // Научная жизнь. 2019. Т 14. № 6. С. 929–937. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-6-929-937.
8. Курасов В. С., Драгуленко В. В., Сидоренко С. М. Теория двигателей внутреннего сгорания. Краснодар: Кубанский ГАУ, 2013. 83 с.
9. Курасов В. С., Плешаков В. Н., Самурганов Е. Е., Пономарев А. В. К методике изучения движения и работы машин, их энергетического баланса с учетом закона изменения кинетической энергии механической системы и действующих сил // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 58. С. 315–318.

10. Shekikhachev Yu.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M., Kardanov Kh.B., Shekikhacheva L.Z. Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines // *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1515. 042029. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.

11. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., Kardanov Kh.B., Gubzhokov Kh.L., Bolotokov A.L. Vegetal fuel as environmentally safe alternative energy source for Diesel engines // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 663. № 1. DOI: 10.1088/1757-899X/663/1/012049.

12. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L., Gubzhokov Kh.L. Prediction of service life of auto-tractor engine parts // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 862. 032001. DOI: 10.1088/1757-899X/862/3/032001.

### References

1. Yegozhev A.M. *Konstruktivno-tehnologicheskie resheniya povysheniya effektivnosti funkcionirovaniya soedineniy detaley rabochikh organov selskokhozyaystvennykh mashin* [Structural and technological solutions to improve the efficiency of the functioning of the connections of parts of the working bodies of agricultural machines]. Nalchik: Poligrafservis i T, 2013. 268 p. (In Russ.)

2. Kobozev A.K., Shvetsov I.I., Koychev V.S., Gazizov I.I., Bakholdin N.V. Detection and troubleshooting methods – a reserve for deeper knowledge of tractor and car designs. *Sovershenstvovaniye nauchno-metodicheskoy raboty v universitete* [Improvement of the scientific methodological work at the university]: *sbornik trudov nauchno-metodicheskoy konferentsii*. Stavropol: Stavropol'skiy GAU, 2018. Pp. 278–282. (In Russ.)

3. Koychev V.S., Mosikyan K.A., Barsegyan M.S. Features of assessing the operational reliability of the car brake system. *Problemy nauchno-tehnicheskogo progressa v APK* [Problems of scientific and technical progress in the agro-industrial complex]: *materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Stavropol: Stavropolskiy GAU, 2017. Pp. 278–282. (In Russ.)

4. Bugov Kh.U., Yegozhev A.M., Ozrokov Ye.M., Polishchuk Ye.A. Mathematical model of refined calculation of the dynamics of power machine rotors. *Tyazheloe mashinostroenie*. 2009;(2):12–15. (In Russ.)

5. Bugov Kh.U., Yegozhev A.M. Threaded connection of increased strength. *Traktory i selskokhozyaystvennyye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery]. 2008;(11):48-49.

6. Bugov Kh.U., Yegozhev A.M. Wear-fatigue strength of threaded connections. *Traktory i selskokhozyaystvennyye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery]. 2008;(12):40-41. (In Russ.)

7. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Kardanov K.B., Chechenov M.M., Shekikhacheva L.Z. Improving the reliability of injector sprayers for road vehicle diesel engines. *Nauchnaa zizn'* [Scientific Life]. 2019;14(6):929–937. (In Russ.). DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-6-929-937

8. Kurasov V.S., Dragulenko V.V., Sidorenko S.M. *Teoriya dvigateley vnutrennego sgoraniya* [Theory of internal combustion engines]. Krasnodar: Kubanskiy GAU, 2013. 83 p.

9. Kurasov V.S., Pleshakov V.N., Samurganov Ye.Ye., Ponomarev A.V. On the method of studying the movement and operation of machines, their energy balance, taking into account the law of change in the kinetic energy of a mechanical system and acting forces. *Works of the Kuban state agrarian university*. 2016;(58):315–318. (In Russ.)

10. Shekikhachev Yu.A., Balkarov R.A., Chechenov M.M., Kardanov Kh.B., Shekikhacheva L.Z. Metrological and methodological support for bench studies of diesel engines. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1515. 042029. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/4/042029.

11. Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., Kardanov Kh.B., Gubzhokov Kh.L., Bolotokov A.L. Vegetal fuel as environmentally safe alternative energy source for Diesel engines. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 663. № 1. DOI: 10.1088/1757-899X/663/1/012049.

12. Shekikhachev Yu.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L., Gubzhokov Kh.L. Prediction of service life of auto-tractor engine parts. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 862. 032001. DOI: 10.1088/1757-899X/862/3/032001.

### Сведения об авторах

**Апажев Аслан Каральбиевич** – 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: 1530-1950, Author ID: 261514, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Шогенов Юрий Хасанович** – Академик РАН, доктор технических наук, профессор, заведующий сектором механизации, электрификации и автоматизации Отдела сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская академия наук», SPIN-код: 7335-0970, Author ID: 483282, Scopus ID: 57221207970, Researcher ID: AAR-1140-2020

**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, Author ID: 480039, Scopus ID: 57205029899, Researcher ID: AAE-3244-2019

#### Information about the authors

**Aslan K. Apazhev** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 1530-1950, Author ID: 261514, Scopus ID: 57195587959, Researcher ID: H-4436-2016

**Yuri Kh. Shogenov** – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Sector of Mechanization, Electrification and Automation of the Department of Agricultural Sciences, Russian Academy of Sciences, SPIN-code: 7335-0970, Author ID: 483282, Scopus ID: 57221207970, Researcher ID: AAR-1140-2020

**Yuri A. Shekikhachev** – 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, Author ID: 480039, 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.

**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 24.01.2023;  
одобрена после рецензирования 10.02.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 24.01.2023;  
approved after reviewing 10.02.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 621.762.04

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-109-116

## Научное обоснование метода изучения концентрационного распределения компонентов в композиционных материалах технических средств

**Светлана Наниевна Ахкубекова**

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030, aminka07-07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1359-4031>

**Аннотация.** В статье рассмотрен процесс образования жидкой фазы в контакте разнородных металлов при температуре ниже температуры плавления наиболее легкоплавкого компонента. Образующаяся жидкая диффузионная зона после кристаллизации дает эффект, равносильный созданию нового материала, свойства которого отличаются от свойств каждого отдельно взятого компонента, участвующего в этом процессе. Перспективность направления очевидна для создания новых композиционных (конструкционных) материалов с требуемыми структурой и свойствами в технологиях и технических средствах агропромышленного комплекса. В статье основное внимание уделено описанию методов нахождения концентрационного распределения компонентов в диффузионных зонах, полученных методом контактного плавления, осуществленного в нестационарно-диффузионном режиме. К настоящему времени разработан ряд способов, которые используются исследователями: термо-ЭДС, повторного плавления, реперных точек, отбора жидких слоев и др. Проведенный анализ вышеуказанных методов нахождения концентрационного распределения компонентов в диффузионных зонах, полученных контактным плавлением, указывает на их недостатки и преимущества. Отмечено, что значительным недостатком является исследование компонентов в диффузионных зонах в твердом состоянии, структура которых существенно отличается от жидкого состояния. Указанный недостаток в определенной степени решается в методе жидких слоев. Впервые построена зависимость концентрационного распределения компонентов в системе висмут – олово в нижней части контактной прослойки. Установлен нелинейный ход изменения олова вдоль указанной зоны. На основе проведенных исследований методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии изучено концентрационное распределение в сложной системе висмут (олова + 3 ат. % индия), которая дала возможность установить влияние примеси на искомый ход концентрационного распределения – оказалось, что примесь по-разному влияет на процесс распределения компонентов в зависимости от условий проведения опыта.

**Ключевые слова:** композиционный (конструкционный) материал, контактное плавление, концентрационное распределение, эвтектические системы, термостат, диффузионная зона, контактные прослойки, компонент

**Для цитирования.** Ахкубекова С. Н. Научное обоснование метода изучения концентрационного распределения компонентов в композиционных материалах технических средств // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 109–116. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-109-116

Original article

## Scientific substantiation of the method for studying the concentration distribution of components in composite materials of technical tools

**Svetlana N. Ahkubekova**

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030, aminka07-07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1359-4031>

**Abstract.** The article considers the process of formation of a liquid phase in the contact of dissimilar metals at a temperature below the melting point of the most fusible component. The resulting liquid diffusion zone after crystallization gives an effect equivalent to the creation of a new material, the properties of which differ from the properties of each individual component involved in this process. The prospects of this direction are obvious for the creation of new composite (structural) materials with the required structure and properties in technologies and technical means of the agro-industrial complex. The article focuses on the description of methods for finding the concentration distribution of components in diffusion zones obtained by the method of contact melting, carried out in a non-stationary-diffusion mode. Nowadays a number of methods have been developed that are used by researchers: thermo-EMF, repeated melting, reference points, selection of liquid layers, etc. The analysis of the above mentioned methods for finding the concentration distribution of components in diffusion zones obtained by contact melting indicates their disadvantages and advantages. It is noted that a significant disadvantage is the study of components in diffusion zones in the solid state, the structure of which differs significantly from the liquid state. This disadvantage is solved to a certain extent in the method of liquid layers. For the first time, the dependence of the concentration distribution of components in the bismuth-tin system in the lower part of the contact layer has been constructed. A non-linear course of tin change along the indicated zone is established. On the basis of the studies carried out by X-ray photoelectron spectroscopy, the concentration distribution in the complex system bismuth – (tin + 3 at. % indium) was studied, which made it possible to establish the effect of impurities on the desired course of the concentration distribution – it turned out that the impurity differently affects the process of distribution of components depending on the conditions of the experiment.

**Keywords:** composite (structural) material, contact melting, concentration distribution, eutectic systems, thermostat, diffusion zone, contact layers, component

**For citation.** Ahkubekova S.N. Scientific substantiation of the method for studying the concentration distribution of components in composite materials of technical tools. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):109–116. (In Russ.).  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-109-116

**Введение.** Возникновение жидкой фазы в контакте разнородных веществ при температуре ниже температуры плавления контактируемых тел – широко распространённое явление в природе.

Д. Д. Саратовкин и П. А. Савинцев в 40-ые годы прошлого столетия, глубоко проанализировав существующую к тому времени научную литературу, пришли к выводу, что рассматриваемое явление представляет собой абсолютно самостоятельное научное направление в физике конденсированного состояния вещества и может широко использоваться во многих технологиях и стать основой новых методов строения вещества. В связи с изложенным Д. Д. Саратовкин и П. А. Савинцев данное направление науки назвали контактным плавлением (КП) [1].

Как оказалось, КП может протекать между трущимися телами на границе зерен сплавов при их нагревании; оно играет существенную роль в природе при формировании горных пород. Явление КП проявляется при ликвида-

ции гололеда: насыпая NaCl, температура плавления которого  $T_{nl}^{NaCl} = 801^{\circ}C$ , на лед ( $T_{nl} = 0^{\circ}C$ ), жидкость появляется при  $-21,8^{\circ}C$ , т. е. плавление происходит при отрицательной температуре. КП лежит в основе получения низких (отрицательных) температур, является основой контактно-реактивной пайки и сплавов, не содержащих свинец, ртуть и другие токсичные металлы [2].

Особое место в научно-исследовательских направлениях, связанных с изучением явления переноса компонентов в жидком состоянии вещества, представляет явление взаимной диффузии.

КП, проведенное в нестационарно-диффузионном режиме (НДР), лежит в основе изучения взаимной диффузии в жидком состоянии, т. к. позволяет контролировать конвекцию [3–6].

Как известно, природа диффузии между его компонентами определяется их структурным состоянием, которое в свою очередь зависит от соотношения взаимодействующей

щих компонентов, т. е. от концентрации. Количественным параметром взаимной диффузии является коэффициент диффузии, он также зависит от концентрации, таким образом, возникает необходимость в нахождении концентрации компонентов ( $C(x)$ ) вдоль диффузионных зон.

К настоящему времени разработанные и используемые способы построения  $C(x)$  несовершенны и требуют дальнейшей доработки. В связи с этим необходимо разработать новый метод нахождения  $C(x)$ , что требует анализа существующих, указания их достоинств и недостатков, чему и посвящено данное исследование.

**Цель исследования** – проанализировать существующие к настоящему времени методы построения концентрационного распределения компонентов в диффузионных зонах, чтобы показать преимущества и недостатки каждого способа, что поможет исследователю в подборе метода для исследования  $C(x)$ , а также для разработки новых композиционных (конструкционных) материалов с заданными структурой и свойствами.

**Материалы, методы и объект исследования.** Последовательно рассмотрены существующие к настоящему времени методы концентрационного распределения компонентов  $C(x)$  в диффузионных зонах, полученных при КП, осуществленных в НДР: метод реперных точек, термо – ЭДС, повторного плавления и отбора жидких слоев. Отметим, что во всех рассматриваемых методах учитывается, что контактная жидкость на границах с плавящимися кристаллами имеет ликвидусную концентрацию, определяемую по диаграмме плавкости. При контактном плавлении в изотермическом диффузионном режиме две граничные концентрации в жидкой прослойке наперед известны.

Чистота исходных элементов висмута, индия и олова в наших экспериментах составляла не менее 99,999%. Твердый раствор (олова +3 ат. % индия) изготовлялся в жидком силиконовом масле при температуре не менее 250–300°C, хорошо перемешивался и затем вытягивался в стеклянную трубку диаметром  $d = 3\text{--}3,2$  мм. Протяжённость образцов составляла 3 см. Таким же способом готовили и образцы для контактирования из чистого жидкого висмута. Контактное твердых об-

разцов проводили в термостате при  $T = 145^\circ\text{C}$ . Опыт проводился от 20 мин до 1 часа. В эксперименте участвовало 3 пары образцов.

**Результаты исследования.** Одна из основных задач при исследовании взаимной диффузии, образующейся при КП, сводится к нахождению распределения концентрации диффундирующего элемента  $C(x)$  в этой зоне. Рассмотрим существующие методы.

**Метод реперных точек** [7]. Как известно, при кристаллизации жидкой части контактной прослойки наблюдается рост дендритов от границы твердых металлов. Встречаются дендриты в эвтектической плоскости, которая располагается в месте контакта разнородных металлов. Из описанного следует, что данный подход позволит строить  $C(x)$  по 3 точкам: 2 ликвидусные на границах жидкость – твердое и точка расположения эвтектики.

Подспорьем к рассматриваемому подходу является случай, когда взаимодействуют компоненты, образующие химсоединения. Отыскав местонахождение этих соединений в контактной прослойке, можно получить дополнительные точки для построения  $C(x)$ .

Таким образом, суть метода реперных точек заключается в том, что кривую  $C(x)$  строят по граничным ликвидусным концентрациям и концентрациям, соответствующим интерметаллидам (химсоединениям), имеющимся в системе, и он может быть использован в качестве экспресс-метода.

В работе [7] указанный метод был использован для построения кривых концентрационного распределения в контактных прослойках систем In-Bi и Tl-Bi. Зависимость  $C(x)$  в этих системах имела линейный ход.

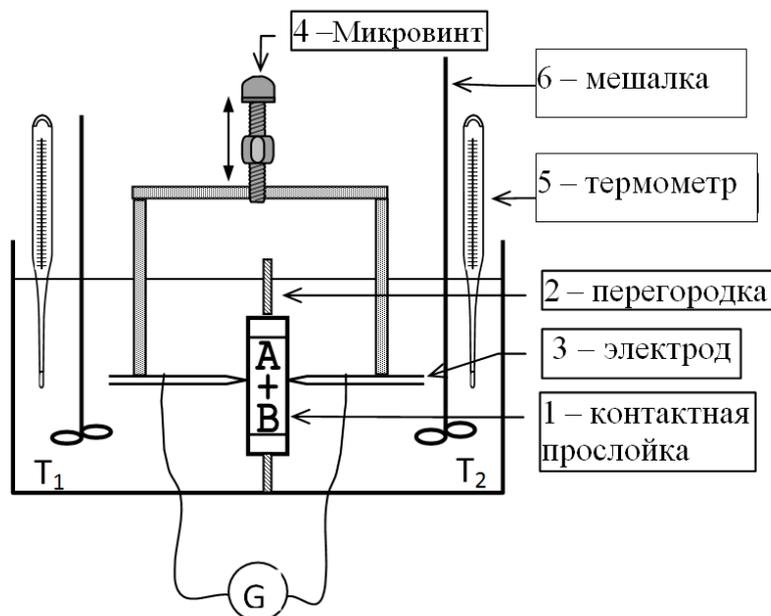
Преимуществом данного способа является его простота: рассматривается контактная прослойка и расположение на ней соответствующих фаз, с учетом того, что на границах жидкость – твердое существует ликвидусная концентрация, которая отмечена на диаграмме состояния.

К недостатку метода можно отнести неточность определения координат расположения реперных точек в контактной прослойке в силу того, что они сами имеют некоторую протяжённость.

**Метод термо-ЭДС** приводится в работе [8]. Из полученного контактными плавлением образца 1 изготовляют параллелепипед и

вклеивают в теплоизолирующую пластинку 2, которая делит сосуд с нейтральной жидкостью на два объема, с соответствующими температурами. С помощью двух термомет-

ров 5 постоянно ведется наблюдение, чтобы температуры  $T_1$  и  $T_2$  обеих половинок не менялись, т. е. оставались постоянными каждая в своей части сосуда.



**Рисунок 1.** Схема установки для определения  $C(x)$  способом термо-ЭДС  
**Figure 1.** Scheme of the installation for determining  $C(x)$  by the thermo-EMF method

Медные электроды 3 находятся в контакте с образцами строго в одной плоскости и соединены с гальванометром G. С помощью микрометрической подачи 4 они могут перемещаться вдоль диффузионной зоны, и отмечается расстояние, на которое передвигаются щупы электродов. Микровинт изготовлен на основе микрометра.

При сопоставлении зависимости  $\varepsilon = \varepsilon(x)$  с эталонным образцом  $\varepsilon = \varepsilon(C)$  строится зависимость  $C(x)$ . Погрешность составляет около 1-2%.

Достоинством данного способа является его простота и возобновимость, потому что образец не распадается.

К недостатку метода, видимо, стоит отнести трудоемкость проведения эксперимента: создание двух отличающихся по температуре емкостей, построение отдельным способом эталонов зависимости ЭДС от концентрации  $\varepsilon(C)$ , соответствующих зоне диффузии.

**Метод вторичного плавления** [9]. Суть его заключается в повторном плавлении шлифа, изготовленного из контактной прослойки, полученной при условии, когда тем-

пература опыта превышает температуру эвтектики.

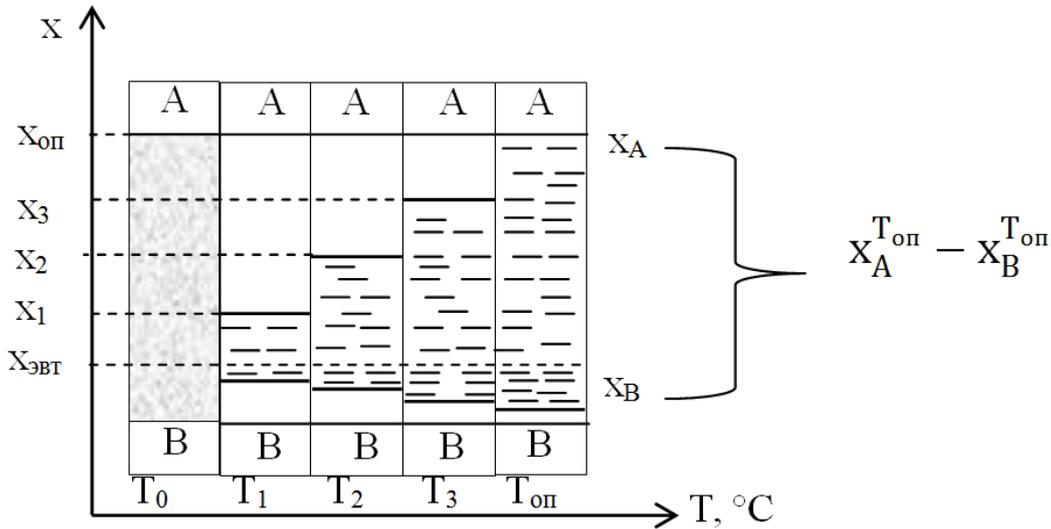
На рисунке 2 приводится схематическая картина повторного плавления. Шлиф диффузионной зоны помещают в термостат при температуре ниже температуры эвтектики ( $T_{эвт}$ ) и фиксируют состояние его поверхности. Затем повышают ее до эвтектической: зона переходит в жидкое состояние. Ступенчато повышая температуру термостата на  $1^\circ\text{C}$ , следят за границей жидкость – твердая часть прослойки. Повышение температуры приводит к расплавлению слоев с соответствующими ликвидусными концентрациями. Местоположение выплавившегося слоя фиксируется с помощью микроскопа. При достижении термостата температуры опыта полученная прослойка диффузионной зоны полностью расплавится.

Таким образом, зная концентрацию компонентов в каждом расплавленном слое и их местоположение, можно построить график зависимости  $C(x)$ .

К недостаткам рассматриваемого метода можно отнести его применимость в основ-

ном к системам, эвтектическая точка которых на диаграмме состояния близка к температуре плавления наиболее легкоплавкого компонента, что связано с тем, что образующийся жидкий слой натекает на нижние

части исследуемой диффузионной зоны. Т. е. данный способ не позволяет с достаточной точностью строить  $C(x)$  той части контактной прослойки, которая расположена ниже эвтектического слоя.



**Рисунок 2.** Схематическая картина вторичного плавления в системе А–В  
**Figure 2.** Schematic representation of secondary melting in the A–B system

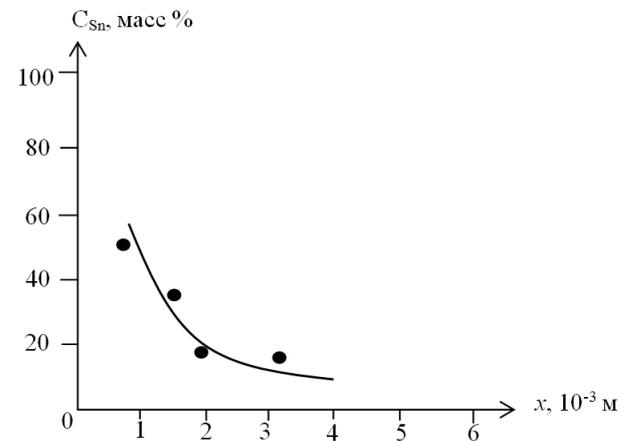
В тех случаях, когда исследуются образцы, в которых эвтектика расположена близко к центру диффузионной зоны, указанный недостаток в определенном смысле уменьшается и позволяет определить  $C(x)$  в нижней части контактной прослойки.

Поместив шлиф в термостат, поднимают температуру до эвтектической, при этом прослойка эвтектики плавится, что дает возможность отделить нижнюю часть прослойки. Затем эту часть, закрепив в держателе, опускают в термостат и опять ступенчато поднимают температуру термостата, что позволяет построить  $C(x)$  во второй половине диффузионной зоны.

Воспользовавшись указанным подходом, нами была построена  $C(x)$  в системе Bi-Sn при температуре 150°C в течение часа (рис. 3).

К достоинствам относится простота проведения эксперимента.

Недостатком указанных выше способов нахождения  $C(x)$  распределения является то, что они проводятся в контактных прослойках, находящихся в твердой фазе. Этого недостатка лишен способ, предлагаемый ниже.

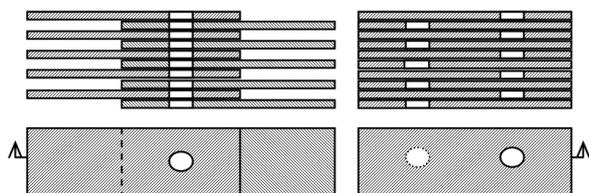


**Рисунок 3.**  $C(x)$  в системе Bi-Sn при температуре 150°C,  $\tau = 3600$  с.  
**Figure 3.**  $C(x)$  in the Bi-Sn system at 150°C,  $\tau = 3600$  s.

**Метод отбора жидких слоев** [10]. Отличительная особенность данного метода от описанных выше состоит в том, что исследуются слои, извлеченные непосредственно из жидкой диффузионной зоны с помощью специального держателя. Основной частью держателя являются пластины, собранные в шахматном по-

рядке с отверстиями, равными диаметру исследуемой диффузионной зоны (рис. 4).

Полученные таким образом навески сплава  $A+B$  можно анализировать химическими, физическими, рентгенографическими или другими методами.



**Рисунок 4.** Схема расположения пластин в держателе

**Figure 4.** The layout of the plates in the holder

К достоинствам описываемого метода, как отмечено выше, относится возможность проведения анализа в жидкой контактной прослойке.

В данном способе затруднение вызывает анализ слоя, соответствующего данной координате.

Одним из возможных вариантов определения концентрации в слое является метод повторного плавления данной навески в жидком состоянии с одним из чистых компонентов, участвующим в КП.

Температура термостата поддерживалась ниже температуры плавления чистого компонента, но выше ликвидусной температуры анализируемого сплава  $A+B$ . Таким образом, в начальный момент времени чистый компонент находится в твердом состоянии, а анализируемая навеска – в жидком.

Жидкая навеска контактирует с одним из чистых компонентов, находящимся в твердом состоянии. Задав определенную температуру термостата, опыт проводят до прекращения движения границы жидкость – твердое, что соответствует термодинамическому равновесию и соответствию концентрации в расплаве ликвидусной на диаграмме состояния.

Для уменьшения времени достижения равновесия в качестве подложки выбирается менее плотное вещество (развивается конвекция).

Зная массу  $m$  анализируемой навески, концентрацию жидкости, соответствующую ликвидусной на диаграмме состояния при задан-

ной температуре термостата, и высоту  $h$  расплавленной части чистого компонента, можно определить искомую концентрацию.

Воспользовавшись определением понятия концентрации, запишем:

$$C_A = \frac{C_L(M + m)}{m}, \quad (1)$$

где:

$C_A$  – искомая концентрация в весовых долях,

$C_L$  – весовая доля  $A$ , соответствующая ликвидусу на диаграмме плавкости при температуре опыта,

$M$  – масса расплавленной части твердого компонента.

$$m = m_A + m_B, \quad (2)$$

где:

$m_A$  и  $m_B$  – массы компонентов  $A$  и  $B$  в навеске.

Численное значение  $M$  подсчитывалось по формуле:

$$M = \rho V = \rho h S = \rho h \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3)$$

где:

$\rho$ ,  $V$ ,  $d$ ,  $S$ ,  $h$  – соответственно плотность, объем, диаметр, площадь основания и высота выплавившейся части чистого образца.

В формуле (1), подставляя (2) и (3), получим:

$$C_A = \frac{C_L \left[ \rho h \frac{\pi d^2}{4} + (m_A + m_B) \right]}{m_A + m_B}. \quad (4)$$

**Метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС)** [11]. Одним из чувствительных методов изучения фазового состава и распределения компонентов в диффузионных зонах является РФЭС. Указанным методом удалось обнаружить наличие примесей  $In$  в сплаве  $Bi - (Sn + 3 \text{ ат. \% } In)$ .

Обнаружено увеличение концентрации  $In$  более чем в 2 раза в приконтактной области чистого  $Bi$  по сравнению с концентрацией, содержащейся в контактируемом твердом растворе ( $Sn + 3 \text{ ат. \% } In$ ), что характерно для бестокового и замедляющего вариантов опытов, отраженных на рисунках 5 и 6.

Из рисунков 5 и 6 видно значительное изменение  $In$  у границы с  $Bi$ . Также из рисунков просматривается высокая чувствительность, что является достоинством данного метода.

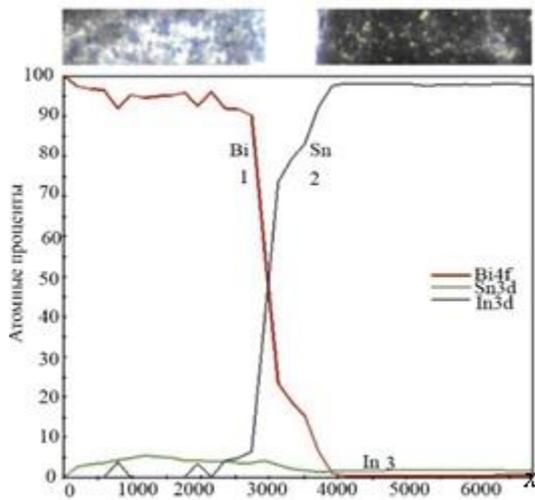


Рисунок 5. Распределение  $C(x)$   
Figure 5. Distribution  $C(x)$

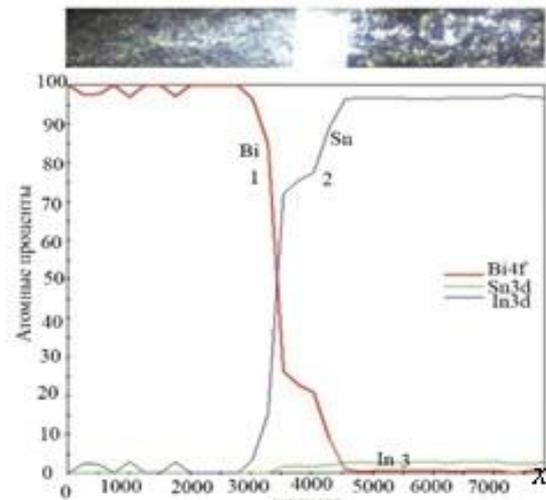


Рисунок 6. Распределение  $C(x)$   
Figure 6. Distribution  $C(x)$

Недостатком РФЭС является также, как и в первых 3 методах, описанных выше, то, что исследование  $C(x)$  проводится в твердофазных диффузионных зонах.

**Выводы.** 1. Контактное плавление является доступным методом в экспериментальном осуществлении, дающее возможность исследовать диффузию в бинарных жидких растворах без влияния конвективного движения.

2. Существующие методы исследования изменения концентрации в диффузионных

зонах, полученные при контактном плавлении, требуют дальнейшего совершенствования: необходима разработка метода построения  $C(x)$  непосредственно в процессе протекания контактного плавления с использованием лазерного или рентгеновского лучей.

3. Наиболее востребованным из разработанных методов построения  $C(x)$  к настоящему времени является метод снятия слоев непосредственно с жидкой контактной прослойки.

### Список литературы

1. Саратовкин Д. Д., Савинцев П. А. Образование жидкой фазы в месте контакта двух кристаллов, составляющих эвтектическую пару // Доклады АН СССР. Физическая химия. 1941. Т. 33. № 4. С. 303–304.
2. Kamal V., Goudo E.S. Effekt of rapid solidification on structure and properties of some lead – free solden alloy // *Materials and Manufacturing Process*. 2006. V. 21. Pp. 736–740.
3. Рогов В. И., Ахкубеков А. А. Исследование диффузии в системах с явно неаддитивной плотностью // *Физика межфазных явлений*. Нальчик, 1977. С. 135–139.
4. Савинцев С. П., Ахкубеков А. А. Использование контактного плавления для определения коэффициентов взаимной диффузии в расплавах бинарных систем // *Заводская лаборатория*. 1981. Т. 47. № 3. С. 30–33.
5. Михайлюк А. Г., Шебзухов А. А., Савинцев П. А. Кинетика контактного плавления в нестационарно-диффузионном режиме // *Известия вузов СССР: Физика*. 1970. № 12. С. 13–17.
6. Ахкубекова С. Н. Найда А. А. О взаимодействии разнородных металлов, приводящем к контактному плавлению // *Современные наукоемкие технологии*. 2013. № 6. С. 46–48.
7. Ахкубеков А. А., Рогов В. И., Савинцев П. А. Направленная кристаллизация контактной прослойки // *Рост и дефекты металлических кристаллов*. Киев: Наукова думка, 1972. С. 379–382.
8. Ахкубеков А. А., Орквасов Т. А., Созаев В. А. Контактное плавление металлов и наноструктур на их основе. Москва: Физматлит. 2008. 152 с.
9. Авторское свидетельство СССР, № 371481, М. Кл G 01n 13/00. Способ измерения концентрационного распределения компонентов в диффузионной зоне / П. А. Савинцев, А. А. Ахкубеков, В. И. Рогов и др. № 1454235/26-25; заявл. 06.07.1970; опубл. 22.11.1973. Бюл. № 12. 2 с.

10. Ахкубеков А. А., Ахкубекова С. Н., Зубхаджиев М.-А. В., Камболов Д. А., Созаев В. А. Процессы взаимной диффузии компонентов, образующих эвтектики. Владикавказ, 2016. 208 с.
11. Ахкубеков А. А., Ахкубекова С. Н., Узденов Э. М. Фазовый состав и распределение компонентов в иконтактных прослойках при наличии электропереноса в системе Bi – (Sn + 3 ат. % In) // Известия КБГУ. 2022. Т. XII. № 4. С. 20–25.

### References

1. Saratovkin D.D., Savintsev P.A. Formation of a liquid phase at the point of contact of two crystals constituting a eutectic pair. *Doklady AN SSSR. Fizicheskaya khimiya*. 1941;33(4):303–304. (In Russ.)
2. Kamal V., Goudo E.S. Effekt of rapid solidification on structure and properties of some lead – free solden alloy. *Materiales and Manufacturing Process*. 2006;V(21):736–740.
3. Rogov V.I., Akhkubekov A.A. Investigation of diffusion in systems with clearly non-additive density. *Fizika mezhfaznykh yavleniy* [Physics of interfacial phenomena]. Nalchik, 1977. Pp. 135–139. (In Russ.)
4. Savintsev S P., Akhkubekov A.A. The use of contact melting to determine the coefficients of mutual diffusion in melts of binary systems. *Zavodskaya laboratoriya*. 1981;47(3):30–33. (In Russ.)
5. Mikhaylyuk A.G., Shebzukhov A.A., Savintsev P.A. Kinetics of contact melting in non-stationary-diffusion mode. *Izvestiya vuzov SSSR: Fizika*. 1970;(12):13–17. (In Russ.)
6. Akhkubekova S.N. Nayda A.A. On the interaction of dissimilar metals leading to contact melting. *Modern high technologies* . 2013;(6):46–48. (In Russ.)
7. Akhkubekov A.A., Rogov V.I., Savintsev P.A. *Napravlennoy kristallizatsiya kontaktnoy prosloyki* [Directional crystallization of the contact layer]. *Rost i defekty metallicheskih kristallov* [Growth and defects of metallic crystals]. Kyiv: *Naukova Dumka*, 1972. Pp. 379–382. (In Russ.)
8. Akhkubekov A.A., Orkvasov T.A., Sozayev V.A. *Kontaktnoye plavleniye metallov i nanostruktur na ikh osnove* [Contact melting of metals and nanostructures based on them]. Moscow: Fizmatlit, 2008. 152 p. (In Russ.)
9. Author's certificate of the USSR, No. 371481, M.Kl G 01n 13/00. Method for measuring the concentration distribution of components in the diffusion zone. P.A. Savintsev, A.A. Akhkubekov, V. I. Rogov [et al.]. No. 1454235/26-25; dec. 07.06.1970; publ. 11.22.1973. Bull. No 12. 2 p. (In Russ.)
10. Akhkubekov A.A., Akhkubekova S.N., Zubkhadzhiyev M.-A.V., Kambolov D.A., Sozayev V.A. *Protsessy vzaimnoy diffuzii komponentov, obrazuyushchikh evtektiki* [Processes of mutual diffusion of components forming eutectics]. Vladikavkaz, 2016. 208 p. (In Russ.)
11. Akhkubekov A.A., Akhkubekova S.N., Uzdenov E.M. Phase composition and distribution of components in contact interlayers in the presence of electrotransfer in the Bi – (Sn + 3 ат. % In) system. *Proceedings of the Kabardino-Balkarian State University*. 2022;XII(4):20–25. (In Russ.)

### Сведения об авторе

**Ахкубекова Светлана Наниевна** – 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: 2374-8470, Author ID: 123947, Scopus ID: 23984116200, Researcher ID: HMP – 5402-2023

### Information about of author

**Svetlana N. Ahkubekova** – Candidate of Physic-Mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-код: 2374-8470, Author ID: 123947, Scopus ID: 23984116200, Researcher ID: HMP – 5402-2023

Статья поступила в редакцию 21.02.2023;  
одобрена после рецензирования 06.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.

The article was submitted 21.02.2023;  
approved after reviewing 06.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.

Научная статья

УДК 620.22

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-117-123

## Исследование прочности конструкционных материалов деталей сельскохозяйственных машин

Заира Муссавна Жирикова<sup>✉1</sup>, Владимир Закиевич Алоев<sup>2</sup>

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

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

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

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме создания высокопрочных композитных материалов для применения их в узлах и деталях технических средств агропромышленного назначения. Эффективным способом решения этой проблемы является создание в полимерном материале ориентированной структуры и усиление его дисперсными наполнителями. Целью настоящей работы является исследование прочности ориентированных полимерных композитов в рамках современных физических концепций. Эта цель реализуется на примере ориентированного полимерного композита на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, полученного твердофазной экструзией. В качестве наполнителя использованы дисперсные частицы алюминия и боксита. Для создания ориентированной структуры в полимерном композите в работе использована плунжерная экструзия, основанная на совмещении процесса монолитизации и ориентационной вытяжки. Рассмотрена возможность описания прочности ориентированных дисперсно наполненных полимерных композитов в рамках существующих теоретических представлений, учитывающих возможности передачи напряжения через межфазные границы. Установлено, что степень адгезии играет в этом процессе действующую двойственную роль: ее ослабление повышает степень молекулярной вытяжки, что положительно сказывается на межфазной прочности и одновременно увеличивает относительную долю микронесплошности. Обнаружено, что интегральным следствием ослабления межфазной адгезии является снижение прочности композита.

**Ключевые слова:** композиты, предел прочности, сверхвысокомолекулярный полиэтилен, степень вытяжки, межфазная прочность, уравнение Лейднера-Вудхемса, микронесплошность

**Для цитирования.** Жирикова З. М., Алоев В. З. Исследование прочности конструкционных материалов деталей сельскохозяйственных машин // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 117–123.

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-117-123

Original article

## Study of the strength of structural materials of agricultural machinery parts

Zaira M. Zhirikova<sup>✉1</sup>, Vladimir Z. Aloev<sup>2</sup>

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

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

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

**Abstract.** The article is devoted to the current problem of creating high-strength composite materials for their use in nodes and parts of agro-industrial equipment. An effective way to solve this problem is to create an oriented structure in the polymer material and strengthen it with dispersed fillers. The purpose of this work is to study the strength of oriented polymer composites within the framework of modern physical concepts. This purpose is realized on the example of an oriented polymer composite based on ultra-high molecular weight polyethylene obtained by solid-phase extrusion. Dispersed particles of aluminum and bauxite were used as a filler. To create an oriented structure in a polymer composite, plunger extrusion has been used in the work, based on the combination of the monolithization process and orientation extraction. The possibility of describing the strength of oriented dispersion-filled polymer composites within the framework of existing theoretical concepts, taking into account the possibilities of voltage transmission through interphase boundaries, is considered. It has been established that the degree of adhesion plays a dual role in this process; its weakening increases the degree of molecular extraction, which has a positive effect on the interfacial strength and at the same time increases the relative proportion of the microplasticity. It is found that the integral consequence of the weakening of the interfacial adhesion is a decrease in the strength of the composite.

**Keywords:** composites, ultimate strength, ultrahigh molecular weight polyethylene, degree of extraction, interfacial strength, Leidner-Woodhams equation, microplasticity

**For citation.** Zhirikova Z.M., Alov V.Z. Study of the strength of structural materials of agricultural machinery parts. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023; 1(39):117–123. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-117-123

**Введение.** Одним из важных эксплуатационных характеристик полимерных конструкционных материалов является предел прочности, определяющий их применение в узлах и деталях технических средств агропромышленного назначения. Эффективным способом получения высокопрочных полимерных материалов является создание в них ориентированной структуры и усиление его дисперсными наполнителями.

В настоящее время имеется ряд теорий, описывающих прочность (напряжение разрушения) дисперсно-наполненных полимерных композитов. Наиболее распространенным является представление напряжения разрушения в виде [1]:

$$\sigma_p = \sigma_p^M (1 - a\varphi_n^n), \quad (1)$$

где:

$\sigma_p^M$  – прочность полимерной матрицы,

$\varphi_n$  – объемное содержание наполнителя,

$a$  и  $n$  – константы, зависящие от формы и построения частиц в модели композита.

Уравнение (1) не может быть использовано для описания прочности ориентированных полимеризационно-наполненных композитов, как минимум, по двум причинам. Во-первых, оно предсказывает  $\sigma_p < \sigma_p^M$ , тогда как для таких композитов данное усло-

вие не выполняется [2]. Во-вторых, указанное уравнение предполагает плохую адгезию на границе наполнитель – полимерная матрица и отсутствие на ней концентрации напряжений [1], в то время как полимеризационно-наполненные композиты имеют хорошую межфазную адгезию, по крайней мере, в недеформированном состоянии [3]. Поэтому для оценки прочности рассматриваемых объектов следует использовать представления, учитывающие возможность передачи напряжения через межфазные границы.

**Цель исследования** – изучение прочности полимеризационно-наполненных композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) в рамках существующих теорий с учетом отмеченных факторов.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследовали полимеризационно-наполненные композиты СВМПЭ-А1 и СВМПЭ-боксит на основе СВМПЭ с молекулярной массой  $\sim 10^6$ . Размер частиц наполнителей составлял около 10 мкм, объемное содержание – 0,25. Образцы для испытаний получали методом твердофазной экструзии по той же схеме, что и в работе [2], при температуре 393°К. Степень экструзионной вытяжки  $\lambda$  изменяли за счет использования фильер различного диаметра и рассчитывали по формуле [2]:

$$\lambda = d_3^2 / d_\phi^2, \quad (2)$$

где:

$d_3$  и  $d_\phi$  – соответственно диаметры заготовки и калибрующего пояса фильеры.

Деформационно-прочностные характеристики изучали методом трехточечного изгиба на образцах цилиндрической формы диаметром 4,5 мм и базовой длиной 30 мм. Испытания проводили при 293К и скорости перемещения зажимов испытательной машины 5 мм/мин, что соответствовало максимальной скорости деформации  $2,5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ .

Термическую усадку измеряли на образцах цилиндрической формы диаметром 5-12 мм и длиной ~15 мм после нагрева с выдержкой при каждой температуре испытаний в течение 15 мин. Степень молекулярной вытяжки  $\lambda_m$  определяли из данных по термоусадке по формуле [4]:

$$\lambda_m = L / L_0, \quad (3)$$

где:

$L$  и  $L_0$  – соответственно длина заготовки после термоусадки и перед экструзией.

**Результаты исследования.** Поскольку у наполненных композитов процессы молекулярной ориентации происходят только в полимерной матрице, для них следует рассчитывать скорректированную величину молекулярной вытяжки [2]:

$$\lambda_m^K = \frac{\lambda_m}{1 - \phi_n}. \quad (4)$$

По указанным выше причинам для исследуемых композитов напряжение разрушения будет функцией прочности на сдвиг полимерной матрицы  $\tau_m$  и прочности межфазной связи полимер-наполнитель  $\sigma_y$ , которую дает уравнение Лейднера-Вудхэмса [1]:

$$\sigma_p = (\sigma_a + 0,83\tau_m) + \sigma_a K(1 - \phi_n), \quad (5)$$

где:

$K$  – коэффициент концентрации напряжения.

Недостатком уравнения (5) является трудность независимого экспериментального определения величины  $\sigma_a$ . Тем не менее, оно может быть использовано для оценки величины  $\sigma_a$  по известным значениям  $\sigma_p$ , которые можно легко получить экспериментально.

Для решения этой задачи сделаем два допущения. Поскольку для СВМПЭ и композитов на его основе при всех  $\lambda$  наблюдается макроскопическая текучесть с пределом текучести  $\sigma_T$  [2], то в качестве  $\tau_m$  можно принять предел текучести на сдвиг  $\tau_T$  полимерной матрицы, определяемый из соотношения [5]:

$$\tau_m = \tau_T = \frac{\sigma_T}{\sqrt{3}}. \quad (6)$$

Величина  $K$  в уравнении (5) не зависит от размера частиц наполнителя [1] и в первом приближении ее можно считать постоянной. В данной работе принято  $K=2$ . Такая аппроксимация несколько повлияет на абсолютные значения  $\sigma_a$ , но не на тенденцию ее изменения при вариации любого параметра.

На рисунке 1 показано соотношение между  $\sigma_p$  и величиной  $0,83\tau_T$  для композитов СВМПЭ-Al и СВМПЭ-боксит. Наблюдается линейная корреляция, которая согласуется с уравнением (5). Это является еще одним подтверждением применимости указанного уравнения для оценки  $\sigma_p$  (или  $\sigma_a$ ) рассматриваемых композитов.

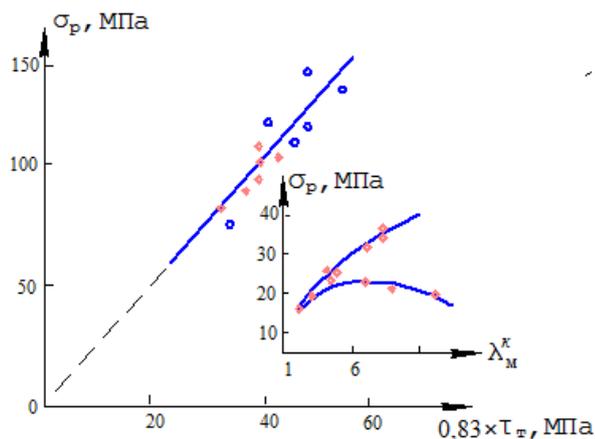
Так как одним из основных параметров, контролирующих свойства ориентированных полимеров, является степень молекулярной вытяжки [2, 4], построим зависимость  $\sigma_a$  ( $\lambda_m^K$ ) для исследованных материалов (вставка на рис. 1). Поведение  $\sigma_a$  сходно с изменением модуля упругости  $E$  как функции  $\lambda_m^K$  этих же композитов [2, 6, 7]. Последнее связано с образованием микронесплошностей на межфазной границе полимер-наполнитель при достаточно больших  $\lambda$ . Можно предположить, что аналогичная причина вызывает и снижение  $\sigma_a$ .

Относительная доля микронесплошностей  $C_v$  легко рассчитывается из соотношения [8]:

$$\frac{E_k}{E_k^{\max}} = (1 - 2C_v), \quad (7)$$

где:

$E_k$  и  $E_k^{\max}$  – соответственно модули упругости реального композита и такового, не имеющего микронесплошностей на межфазной границе (максимально достигаемое значение).



**Рисунок 1.** Соотношение между напряжением разрушения  $\sigma_p$  и параметром  $0,83 \tau_T$  для композитов СВМПЭ-А1 (•) и СВМПЭ-боксит (°).

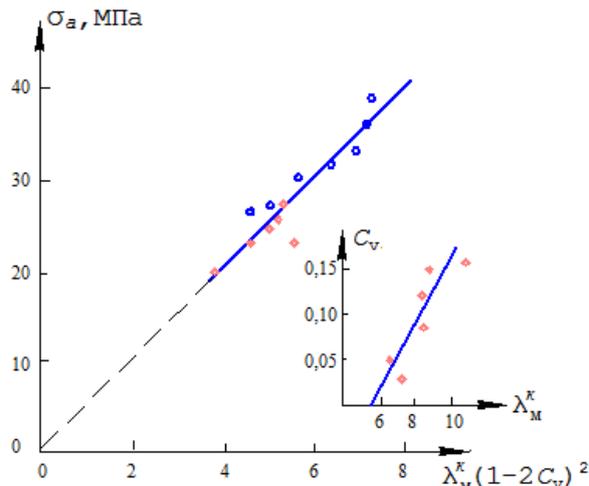
На вставке – зависимости межфазной прочности  $\sigma_a$  от степени молекулярной вытяжки  $\lambda_m^K$  для композитов СВМПЭ- А1(•) и СВМПЭ-боксит (°)

**Figure 1.** The ratio between the fracture stress  $\sigma_p$  and the parameter  $0,83 t$  for UHMWPE-Al (•) and UHMWPE-bauxite (°) composites.

The insert shows the dependences of the interfacial strength  $\sigma_a$  on the degree of molecular extraction  $\lambda_m^K$  for UHMWPE-Al (•) and UHMWPE-bauxite (°) composites

Построенная нами зависимость  $\sigma_a$  от параметра  $\lambda_m^K (1 - 2C_v)$  в предположении, что микронесплошности снижают величину  $\sigma_a$  в такой же степени, как и величину  $E_k$ , оказалась нелинейной. Это подтверждает известный факт [9], что наличие микронесплошностей в композитах снижает их прочность гораздо сильнее, чем модуль упругости. В то же время зависимость  $\sigma_a$  от  $\lambda_m^K (1 - 2C_v)^2$  линейна, общая для обоих композитов и проходит через начало координат (рис. 2). Следовательно, на межфазную прочность в ориентированных композитах в основном влияют два параметра: степень молекулярной вытяжки, повышение которой приводит к росту  $\sigma_a$ , и относительная доля микронесплошностей на межфазных границах, с увеличением которой  $\sigma_a$  уменьшается. При этом влияние последней сильнее, чем  $\lambda_m^K$  (квадратичная зависимость от  $C_v$ ).

Используя полученные данные, можно установить эмпирическую зависимость  $\sigma_a$ , от указанных параметров:



**Рисунок 2.** Зависимость межфазной прочности  $\sigma_a$  от параметра  $\lambda_m^K (1 - 2C_v)^2$  для композитов СВМПЭ-А1 (•) и СВМПЭ-боксит (°).

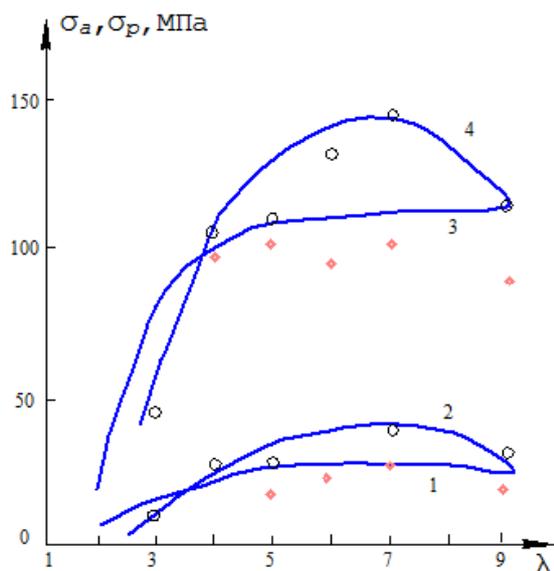
На вставке – зависимости относительной доли микронесплошностей  $C_v$  от степени молекулярной вытяжки  $\lambda_m^K$  для композитов СВМПЭ-А1 (•) и СВМПЭ-боксит (°)

**Figure 2.** Dependence of the interfacial strength  $\sigma_a$  on parameter  $\lambda_m^K (1 - 2C_v)^2$  for UHMWPE-Al (•) and UHMWPE-bauxite (°) composites.

The insert shows the dependence of the relative fraction of micro-surfaces  $C_v$  on the degree of molecular extraction  $\lambda_m^K$  for UHMWPE-Al (•) and UHMWPE-bauxite (°) composites

$$\sigma_a = 6,5 \left[ \lambda_m^K (1 - 2C_v)^2 - 1 \right]. \quad (8)$$

На рисунке 3 выполнено сравнение экспериментальных и рассчитанных по уравнению (7) зависимостей  $\sigma_a(\lambda)$  для композитов СВМПЭ-А1 и СВМПЭ-боксит. В целом наблюдается их хорошее соответствие. Необходимые для оценки  $\sigma_a$  параметры получены независимыми способами:  $\lambda_m^K$  – из данных по термоусадке,  $C_v$  – из результатов механических испытаний (уравнение (7)). По рассчитанным величинам  $\sigma_a$  и экспериментально установленным значениям  $\sigma_T$  можно найти  $\sigma_p$  экструдированных композитов, используя уравнения (5) и (6). Из рисунка 3 видно, что имеется удовлетворительное соответствие теории и эксперимента.



**Рисунок 3.** Экспериментальные (•,°) и теоретические (1-4) зависимости межфазной прочности  $\sigma_a$  (1, 2) и напряжения разрушения  $\sigma_p$  (3, 4) от степени экструзионной вытяжки  $\lambda$  для композитов СВМПЭ-А1 (1, 3) и СВМПЭ-боксит (2, 4)

**Figure 3.** Experimental (•,°) and theoretical (1-4) dependences of interfacial strength  $\sigma_a$  (1, 2) and fracture stress  $\sigma_p$  (3, 4) on the degree of extrusion extraction  $\lambda$  for UHMWPE-Al (1, 3) and UHMWPE-bauxite (2, 4) composites

Следует отметить, что параметры  $\lambda_m^K$  и  $C_v$  не являются независимыми. Как было показано для композитов на основе полиэтилена

с неориентированной матрицей [10], ухудшение межфазной адгезии вызывает отслаивание полимера от наполнителя, образование полостей на межфазной границе и увеличение деформируемости композита. Аналогичные эффекты наблюдались и для экструдированных композитов [2]. Поэтому следует ожидать взаимосвязи между  $\lambda_m^K$  и  $C_v$ . Приведенное на рисунке 3 соотношение между указанными параметрами подтверждает это предположение. Экстраполяция зависимости  $C_v(\lambda_m^K)$  к  $C_v = 0$  даст величину  $\lambda_m^K = 5,7$ , что хорошо согласуется с поведением модуля упругости композитов [2, 6].

**Выводы.** Таким образом, результаты настоящей работы показывают, что прочность экструдированных полимеризационно-наполненных композитов описывается уравнением Лейднера-Вудхэмса и определяется двумя фактами: степенью межфазной адгезии и пределом текучести, повышение которых приводит к увеличению  $\sigma_p$ . Причем степень межфазной адгезии играет в этом процессе двойственную роль: ее ослабление повышает  $\lambda_m^K$ , что положительно сказывается на межфазной прочности  $\sigma_a$  и следовательно  $\sigma_p$  и одновременно увеличивает  $C_v$ , что дает противоположный эффект. Однако интегральным следствием ослабления межфазной адгезии является снижение прочности композита.

### Список литературы

1. Ahmed S., Jones F.R. A Review of Particulate Reinforcement Theories for Polymer Composites. *Journal of Materials Science*. Vol. 25. No. 12. 1990. Pp. 4933–4942.
2. Beloshenko K.A., Kozlov G.K., Varyukhin V.N. Properties of ultra-high-molecular polyethylene and related polymerization-filled composites produced by solid-state extrusion. *Acta Polym*. 1997. 48. № 5-6. Pp. 181–192.
3. Новокшонова Л. А., Мешкова И. Н. Каталитическая полимеризация на твердых поверхностях как метод введения наполнителей в полиолефины // *Высокомолекулярные соединения. Серия А*. 1994. Том 36. № 4. С. 629–639.
4. Watts M.P.C., Zachariades A.E., Porter R.S. Shrinkage as a measure of the deformation efficiency of ultra-oriented high density polyethylene // *Journal of Materials Science*. 1980. Vol. 15. № 2. Pp. 426–430.
5. Argon A.S., Bessonov M.I. Plastic deformation in polyamides, with new implications on the theory of plastic deformation of glassy polymers // *Philosophical Magazine*. 1977. Vol. 35. № 4. Pp. 917–933.
6. Козлов Г. В., Белошенко В. А., Заика Т. П., Гринев В. Г. Влияние адгезионной прочности в системе полимер-наполнитель на модуль упругости композитов // *Пластические массы*. 1995. № 6. С. 29–30.
7. Beloshenko V.A., Beygelzimer Ya.E., Varyukhin V.N., Grinev V.G. Solid-state extrusion of polymerization-filled polymer compositions // *Mechanics of composite materials*. 1999. T. 35. № 1. Pp. 71–76.

8. Sumita M., Ookuma T., Miyasaka K., Ishikawa K. Effect of ultra fine particles on the elastic properties of oriented polypropylene composites // *Journal of Materials Science*. 1982. Vol. 17. № 11. Pp. 2869–2877.
9. Бобрышев А. Н., Козомазов В. Н., Бабин Л. О., Соломитов В. И. Синергетика композитных материалов. Липецк: НПО ОРИУС, 1994. 153 с.
10. Дубникова И. Л., Горохова Е. В., Горенберг А. Я., Тополкараев В. А. Влияние добавки октаметилциклотетрасилоксана на деформационное поведение дисперсно-наполненных полиолефинов // *Высокомолекулярные соединения. Серия А*. 1995. Том 37. № 9. С. 1535–1544.

### References

1. Ahmed S., Jones F.R. A Review of Particulate Reinforcement Theories for Polymer Composites. *Journal of Materials Science*. 1990;25(12):4933–4942.
2. Beloshenko K.A., Kozlov G.K., Varyukhin V.N. Properties of ultra-high-molecular polyethylene and related polymerization-filled composites produced by solid-state extrusion. *Acta Polym*. 1997;48(5-6):181–192.
3. Novokshonova L.A., Meshkova I.N. Catalytic Polymerization on Solid Surfaces: a Method for Introduction of Fillers into Polyolefins. *Polymer Science. Series A*. 1994;36(4):629–639. (In Russ.)
4. Watts M.R.S., Zachariades A.E., Porter R.S. Shrinkage as a measure of the deformation efficiency of ultra-oriented high density polyethylene. *Journal of Materials Science*. 1980;15(2):426–430.
5. Argon A.S., Bessonov M.I. Plastic deformation in polyamides, with new implications on the theory of plastic deformation of glassy polymers. *Philosophical Magazine*. 1977;35(4):917–933.
6. Kozlov G.V., Beloshenko V.A., Zaika T.P., Grinev V.G. The influence of adhesive strength in polymer-filler system for the elastic modulus of components. *Russian plastics technology journal*. 1995;(6):29–30. (In Russ.)
7. Beloshenko V.A., BeygelzimerYa.E., Varyukhin V.N., Grinev V.G. Solid-state extrusion of polymerization-filled polymer compositions. *Mechanics of composite materials*. 1999;35(1):71-76.
8. Sumita M., Ookuma T., Miyasaka K., Ishikawa K. Effect of ultra fine particles on the elastic properties of oriented polypropylene composites. *Journal of Materials Science*. 1982;17(11):2869–2877.
9. Bobryshev A.N., Kozomazov V.N., Babin L.O., Solomitov V.I. *Sinergetika kompozitnykh materialov* [Synergetics of composite materials]. Lipetsk: NPO ORIOUS, 1994. 153 p. (In Russ.)
10. Dubnikova I.L., Gorokhova E.V., Gorenberg A.Ya., Topolkaev V.A. The Effect of Octamethyl Cyclotetrasiloxane on the Stress-Strain Behavior of Particulate-Filled Polyolefins. *Polymer Science. Series A*. 1995;37(9):1535-1544. (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, Author ID: 742730, Scopus ID: 55558043600

**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, Author ID: 258589, Scopus ID: 6505993830

### Information about the authors

**Zaira M. Zhirikova** – Candidate of Physic-Mathematical Sciences, Associate Professor of the Chair of Technical Mechanics and Physics, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4378-8131, Author ID: 742730, Scopus ID: 55558043600

**Vladimir Z. Alov** – 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, Author ID: 258589, Scopus ID: 6505993830

**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 20.02.2023;  
одобрена после рецензирования 06.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 20.02.2023;  
approved after reviewing 06.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Пищевые системы

Food Systems

Научная статья

УДК 641.56

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-124-135

**Функциональные рецептуры с суспензиями,  
обогащенными микронутриентами**

**Анна Тимофеевна Васюкова<sup>✉1</sup>, Ирина Урузмаговна Кусова<sup>2</sup>,  
Ростислав Анатольевич Эдварс<sup>3</sup>, Моунир Талби<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11, Москва, Россия, 125080

<sup>4</sup>Московский государственный университет технологии и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), Земляной вал, 73, Москва, Россия, 109004

<sup>✉1</sup>vasyukova-at@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

<sup>2</sup>ir.kusowa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8022-7229>

<sup>3</sup>rostislave@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9290-8619>

<sup>4</sup>visit.mounir@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8435-8488>

**Аннотация.** Представлен способ введения муки из цельносмолотых зерновых культур (овсяная/рисовая/кукурузная), определение гидромодуля мучных суспензий, которые получают из указанного вида муки в сухом виде, заливают питьевой водой с температурой 4-6°C в соотношении 1:1,7 на двадцать минут, в качестве яичного продукта используют яйцо куриное. Разработана технологическая схема приготовления суспензии, изучена динамика накопления микронутриентов в обогащенных полуфабрикатах свежеприготовленных и в процессе хранения. В работе представлена рецептура котлет с мучными суспензиями на основе зерновых культур, исследована сохраняемость питательных веществ в котлетах в зависимости от продолжительности хранения полуфабриката в охлажденном состоянии (при температуре 4-6°C). Изучено влияние составных компонентов рецептуры на структурно-механические и органолептические показатели котлет-полуфабрикатов с этой суспензией. Изложены результаты исследования пищевой ценности специализированных продуктов питания на основе мясных фаршей с БАД из растительного сырья. При добавлении мучной суспензии максимально обогащается образец №1, в рецептуру которого входит гречневая мука, калием, кальцием, магнием, фосфором и железом. Второе место по уровню насыщения минеральными веществами отведено образцу №3 с кукурузной мукой, который несколько уступает предыдущему мясному полуфабрикату, но по сравнению с контролем обогащен калием, кальцием, фосфором и железом в несколько меньших концентрациях, чем образец №1. Хранение свыше 12 ч охлажденных полуфабрикатов нежелательно из-за снижения влагоудерживающей способности. Разработанная технология обеспечивает расширение ассортимента функциональных полуфабрикатов мясных рубленых для профилактического питания с повышенной биологической ценностью и улучшенными функциональными, реологическими свойствами.

**Ключевые слова:** функциональные рецептуры, влагоудерживающая способность, суспензии, обогащение, микронутриенты, растительное сырье

*Для цитирования.* Васюкова А. Т., Кусова И. У., Эдварс Р. А., Талби М. Функциональные рецептуры с суспензиями, обогащенными микронутриентами // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 124–135.  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-124-135

Original article

## Functional formulations with suspensions, fortified with micronutrients

Anna T. Vasyukova<sup>✉1</sup>, Irina U. Kusova<sup>2</sup>, Rostislav A. Edvars<sup>3</sup>, Mounir Talbi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), 11 Volokolamskoe Highway, Moscow, Russia, 125080

<sup>4</sup>Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University), 73 Zemlyanoy val, Moscow, Russia, 109004

✉<sup>1</sup>vasyukova-at@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

<sup>2</sup>ir.kusowa@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8022-7229>

<sup>3</sup>rostislave@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9290-8619>

<sup>4</sup>visit.mounir@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8435-8488>

**Abstract.** The authors present a method for introducing flour from whole grain crops (oatmeal/rice/corn), determining the hydromodulus of flour suspensions, which are obtained from the specified type of flour in dry form, pour drinking water at a temperature of 4-6°C in a ratio of 1:1.7 per twenty minutes, a chicken egg is used as an egg product. A technological scheme for the preparation of a suspension has been developed, the dynamics of the accumulation of micronutrients in enriched semi-finished freshly prepared products, and during storage, has been studied. The paper presents the formulation of cutlets with flour suspensions based on grain crops, the retention of nutrients in cutlets depending on the duration of storage of the semi-finished product in a chilled state (at a temperature of 4-6°C) have been studied. The authors studied the influence of the constituent components of the recipe on the structural-mechanical and organoleptic characteristics of semi-finished cutlets with this suspension. The results of a study of the nutritional value of specialized food products based on minced meat with dietary supplements from vegetable raw materials are presented. When adding a flour suspension, sample No. 1 is maximally enriched in the formulation of which buckwheat flour, potassium, calcium, magnesium, phosphorus and iron is included. The second place in terms of saturation with minerals was given to sample No. 3 with cornmeal, which is somewhat inferior to the previous semi-finished meat product, but compared to the control one, is enriched with potassium, calcium, phosphorus and iron in slightly lower concentrations than sample No. 1. Storage over 12 hours of refrigerated semi-finished products is undesirable due to a decrease in water-holding capacity. The developed technology provides an expansion of the range of functional semi-finished minced meat products for preventive nutrition, increased biological value and improved functional, rheological properties.

**Keywords:** functional formulations, water-holding capacity, suspensions, enrichment, micronutrients, plant materials

**For citation.** Vasyukova A.T., Kusova I.U., Edvars R.A., Talbi M. Functional formulations with suspensions, fortified with micronutrients. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):124–135. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-124-135

**Введение.** Современные продукты включают чаще всего рафинированное сырье, которое в процессе механической обработки максимально освобождено от оболочек, ко-

жицы, шлифованное и дезодорированное. Все это приводит к дефициту в организме человека витаминов, макро- и микроэлементов [1, 2].

Известно влияние минеральных веществ на обменные процессы организма. Дефицит макро- и микроэлементов вызывает различные отклонения от естественного гомеостаза. Особенно остро отражается недостаток Са, Mg, К, Fe, Р. Нарушается функция опорно-двигательной системы, снижается иммунитет, тормозится фосфорно-кальциевый обмен [2], приводящий к фосфатурическому эффекту, выражающемуся в активации секреции паратиреоидного гормона, снижении функционала почек. В таком случае наблюдается угасание гидроксилазной активности почек. Это способствует снижению синтеза кальцитриола. Вместе с тем уровень данного фермента в сыворотке крови способствует активизации деятельности организма [3, 4], что приводит к острому дефициту и является жизненно необходимым.

В терапии дефицит минеральных веществ балансируется лекарственными препаратами. Однако в кулинарной практике данный путь практически неприемлем. Конечно, существуют технологии, в которых для обогащения продуктов питания используются минеральные вещества. Это обогащение хлебобулочных и молочных продуктов йодом, вводятся витаминно-минеральные комплексы в рационы питания в основной вариант диеты (ОВД), щадящей диеты (ЩД), низкокалорийной диеты (НКД) и другие диеты [2]. Осуществляется дополнительное обогащение питания пациентов ЛПУ универсальным витаминно-минеральным премиксом GS 3093, обеспечивающим 30-50% рекомендуемого среднесуточного потребления данного нутриента человеком. Этот комплекс представляет собой оптимальную смесь витаминов и минеральных элементов.

Кроме того, в терапии есть и отрицательные эффекты от приема ряда препаратов, которые направлены на ликвидацию ряда отклонений от нормы: заболевания кости (резорбции) различной теологии. Так, при повторном применении кальцитонина развивается тахифилаксия [5]. Бисфосфонаты применяются при гиперкальциемии [6]. Используется и этидронат [5, 7–9].

Дефицит в обменных процессах калия и магния (заболевания суставов, дисбаланс клеточной мембраны сократительного аппарата) компенсируется глюкокортикоидами

[10, 11]. Применяют в таком случае аспаргиновую кислоту, которая усиливает диффузию  $K^+$  и  $Mg^{2+}$  во внутриклеточное пространство [12]. При этом сульфат магния используется как антиаритмик [10].

Для решения вопроса снижения дефицита йода М. Б. Данилов, Н. И. Гомбожапова, С. Ю. Лескова и др. [2] предложили использовать обогащенную йодом жировую эмульсию в рецептуры котлет. Установлена зависимость сохранности йода от продолжительности и условий хранения.

Однако для регулирования обмена минеральных веществ в организме человека немаловажную роль играет рацион питания, состоящий из продуктов животного и растительного происхождения, обогащенных биологически активными добавками. Это в полной мере относится и к мясосодержащим продуктам, которые наиболее востребованы потребителями.

В отечественной и зарубежной литературе широко представлены разного плана модельные фаршевые системы, в которые входят овощи, зерновые культуры, вторичные продукты переработки мяса и молока [13]. Это обогащенные комбинированные мясо-овощные, мясо-крупяные, мясорыбные и другие фарши и изделия из них.

Недостатком представленных в 90-е годы технологий является получение готового продукта, который плохо сбалансирован по пищевым нутриентам.

А. В. Устинова, И. К. Морозкина, Н. Е. Белякина, Н. В. Тимошенко [14] в рецептуры мясных полуфабрикатов в качестве структурообразователей, содержащих в своем составе достаточное количество влаги, включили в ассортименте различные овощи. Предпочтение отдавалось сочным овощам, таким как кабачки, тыква, капуста, которые практически не влияли, кроме тыквы, на органолептические показатели цвета. Введение тыквы приводило к оранжевой гамме, что потребителями воспринимается положительно. А введение моркови, свеклы в состав мясного сырья в сыром виде увеличит жесткость образцов, и она может сохраниться и в готовом продукте, так как свекла в течение 8-10 минут не успеет размягчиться и будет слегка хрустеть, что для рубленых мясных изделий неприемлемо. Новизна, предложенная авто-

рами, заключается во введении в фарш в качестве наполнителей предварительно подготовленных нетрадиционных видов сырья: морской капусты, сухой крапивы. Неизменным компонентом котлетной массы остается хлеб, крупа. В качестве посолочных ингредиентов используются соль и специи.

Авторы не меняют существующей традиционной технологической схемы приготовления мясных рубленых полуфабрикатов, которая заканчивается охлаждением или замораживанием, изготовлением искомого продукта [14, 15]. Однако предложенные схемы производства включают процессы подготовки наполнителей. Они довольно продолжительные и трудоемкие, это не позволяет сократить продолжительность изготовления продукции, что приводит к ее удорожанию.

Разработки по получению диетических продуктов занимают особое место. Это не только введение в рецептуру БАД, нетрадиционного растительного сырья, в том числе и дикоросов, но и предложение новых способов обработки сырья и готовой продукции.

Так, В. Н. Лузан с целью обогащения мясных рубленых полуфабрикатов предложил морскую капусту [16]. Инновационный продукт – котлета «Диета», подобно котлете домашней, предусматривает в рецептуре говядину и свинину, яйцо, лук репчатый, перец черный молотый и сухари панировочные. Отличительной особенностью является морская капуста (ОСТ-15-109-75)<sup>1</sup> в концентрации 2,0-5,0%, которую предварительно замачивают (гидро модуль 1:10) при 10-15°C и дважды измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм. Готовые полуфабрикаты замораживают до -15...-30°C на 3-10 часов и упаковывают [16]. Разработанные изделия обогащаются йодом из-за наличия морской капусты.

Т. А. Рулева и Н. Ю. Сарбатова продолжили исследования в области диетической продукции. И в качестве основного мясного сырья выбрано мясо кролика [17]. Технологический процесс включает традиционную обработку сырья и производство полуфабрикатов. Отличием является введение в рецеп-

туру масла кукурузного и в качестве специй – CO<sub>2</sub> – экстракта перца черного душистого. Мясо кролика маринуют с добавлением яблочной кислоты и молочной сыворотки 1:1 [18]. Однако измельчение мяса в куттере приводит к получению мазеобразной мясной массы, значительно нарушается целостность структуры нежного диетического мяса кролика. Кроме того, эта операция усложняет технологический процесс.

Интерес представляет процесс производства рубленых полуфабрикатов, как мясных, так и мясорастительных, в рецептуры которых входит: мясной фарш, жир, вода, яйцо, специи и соль (рецептура 657. Шницель натуральный рубленый) [19]. Но данный шницель тоже не лишен недостатков [20, 21]. В его составе недостаточное содержание микронутриентов относительно суточной потребности человека. Однако данный полуфабрикат выбран в качестве контрольного при проведении наших научных исследований.

Таким образом, исследование пищевых добавок, позволяющих обогатить продукты дефицитными концентрациями макро- и микроэлементов, регулировать их обмен, используя сбалансированный пищевой рацион, является перспективной и актуальной задачей. Моделирование растительных суспензий и введение их в мясные структуры позволит иметь требуемый результат. Разработанный алгоритм можно применить для изготовления рубленых мясных котлет, обогащенных микронутриентами.

**Цель исследования** – получение инновационных рецептов с использованием суспензий на основе растительных компонентов, позволяющих обогатить продукты микронутриентами.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Объектами исследования были котлеты мясорастительные с использованием муки из зерновых культур. В качестве контроля использована рецептура 657. Шницель натуральный рубленый [19]. Из мясного сырья выбран готовый фарш говяжий, изготовленный по ТУ 10.13.14-017-18181321-2016. Для суспензий были выбраны образцы муки, характеристика которых показана в таблице 1. Образцами при определении оптимальных реологических характеристик мучной суспензии использованы порошкообразные зерновые и

<sup>1</sup> ОСТ-15-109-75 «Морская капуста воздушно-сушеная»

масличные культуры: пшеница, рис, гречка, кукуруза, лен, амарант и миндаль.

Опытные образцы готовили по методике, ранее описанной в работе [22]. Сенсорную оценку готовых полуфабрикатов и кулинарных изделий осуществляли по пятибалльной шкале и результаты сравнивали с показателями ГОСТ 9959-91 «Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической

оценки»<sup>1</sup>. Для приготовления суспензии использованы: вода, молоко; вода : молоко – 1:1. Вязкость жидкостей определяли при 20°С на вискозиметре ВПЖ-2. Для водопоглотительной способности муки использовали метод центрифугирования. Аналитические исследования выполняли в трех параллельных опытах.

**Таблица 1.** Пищевая ценность образцов исследования  
**Table 1.** Nutritional value of study samples

Наименование показателей	Вид муки					
	гречневая	рисовая	кукурузная	льняная	амарантовая	миндальная
Белки, г	13,10	5,95	5,59	25,00	9,51	26,10
Жиры, г	1,20	1,42	1,39	5,00	3,92	52,20
Углеводы, г	71,91	77,73	82,80	20,00	67,83	4,90
Пищевые волокна, г	2,80	2,40	4,40	27,30	1,10	10,30
Энергетическая ценность, ккал	353,0	366,0	375,0	220,0	344,0	612,0

**Результаты исследования.** Для изготовления котлетной массы из говядины с растительными добавками необходимо создание суспензии, которая должна иметь реологические характеристики, позволяющие в ограниченный период времени равномерно соединяться с измельченной мясной массой, создавать эластичную структуру, хорошо сохраняющую форму при жарке или запекании, а также быть презентабельными при отпуске потребителям готовой продукции. В этой связи нам необходимо определить гидромодуль различных видов муки в зависимости от ис-

пользуемой жидкости (вода, молоко с водой 1:1, или молоко). В случае отсутствия жидкости в составе котлетной мясорастительной массы входящая в рецептуру мука впитает свободную жидкость из мясного фарша, что приведет к уплотнению как полуфабриката, так и готового изделия. Продукт получится сухой и твердый, что не отвечает требованиям к качеству данных видов изделий.

Свойства исследуемых жидких сред представлены в таблице 2: образец 1 – вода, образец 2 – молоко 3,2% и образец 3 – водно-молочная смесь 1:1.

**Таблица 2.** Свойства жидкостей, используемых для создания суспензии  
**Table 2.** Properties of liquids used to create a suspension

Наименование образца	ЭЦ, ккал	Показатели пищевой ценности, г/100 г			Вязкость при 20°С, сСт	рН	Плотность, г/см <sup>3</sup>
		белки	жиры	углеводы			
Образец 1	0	0	0	0	0,211	7,03	0,991
Образец 2	60,2	2,86	3,18	4,68	0,884	6,38	1,025
Образец 3	30,4	1,447	1,57	2,41	0,428	6,04	1,041

В соответствии с показателями таблицы 2 вязкость и плотность исследуемых жидких сред кардинально отличимые и зависят от вида жидкости и составных компонентов

<sup>1</sup> ГОСТ 9959-91 «Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки».

функциональной смеси, используемой для формирования структуры мясорастительной массы.

Для получения суспензии, отвечающей поставленным задачам исследований, необходимо выявить свойства порошкообразных продуктов (рис. 1), позволяющих создавать гели на основе однородной функциональной суспензии, способствующей структурированию каркаса модельного фарша. Для исследования использована мука из пшеницы, риса, гречки, кукурузы, льна, амаранта и миндаля.

Однако белки муки из зерновых культур ограниченно набухают. В процессе замачивания белки превращаются в обводненные гели [22, 23]. Но в образовании суспензии, а затем и коллоида, принимают участие углеводы, и, в частности, крахмал, пектиновые вещества.

На рисунке 1 приведены структурно-механические свойства различных видов муки.

Установлено, что лучшей водопоглотительной способностью обладают гречневая мука, затем рисовая и кукурузная. Эти виды муки не содержат глютен, но кукурузная и рисовая мука отличаются высоким содержанием крахмала, амилопектин которого в контакте с водой набухает, а амилоза растворяется. Поэтому влага будет удерживаться в суспензии набухшим амилопектином и белками. Например, белки исходной гречневой крупы содержат примерно одинаковое количество глобулинов и проламинов (8,8 и 9,1%). Альбумины и глютелины обнаружены в более значительных количествах (36,9 и 32,8%). На содержание отдельных фракций белков наиболее влияет процесс варки крупы. Очевидно, что под воздействием высокой температуры уменьшается степень растворимости белков в различных растворителях.

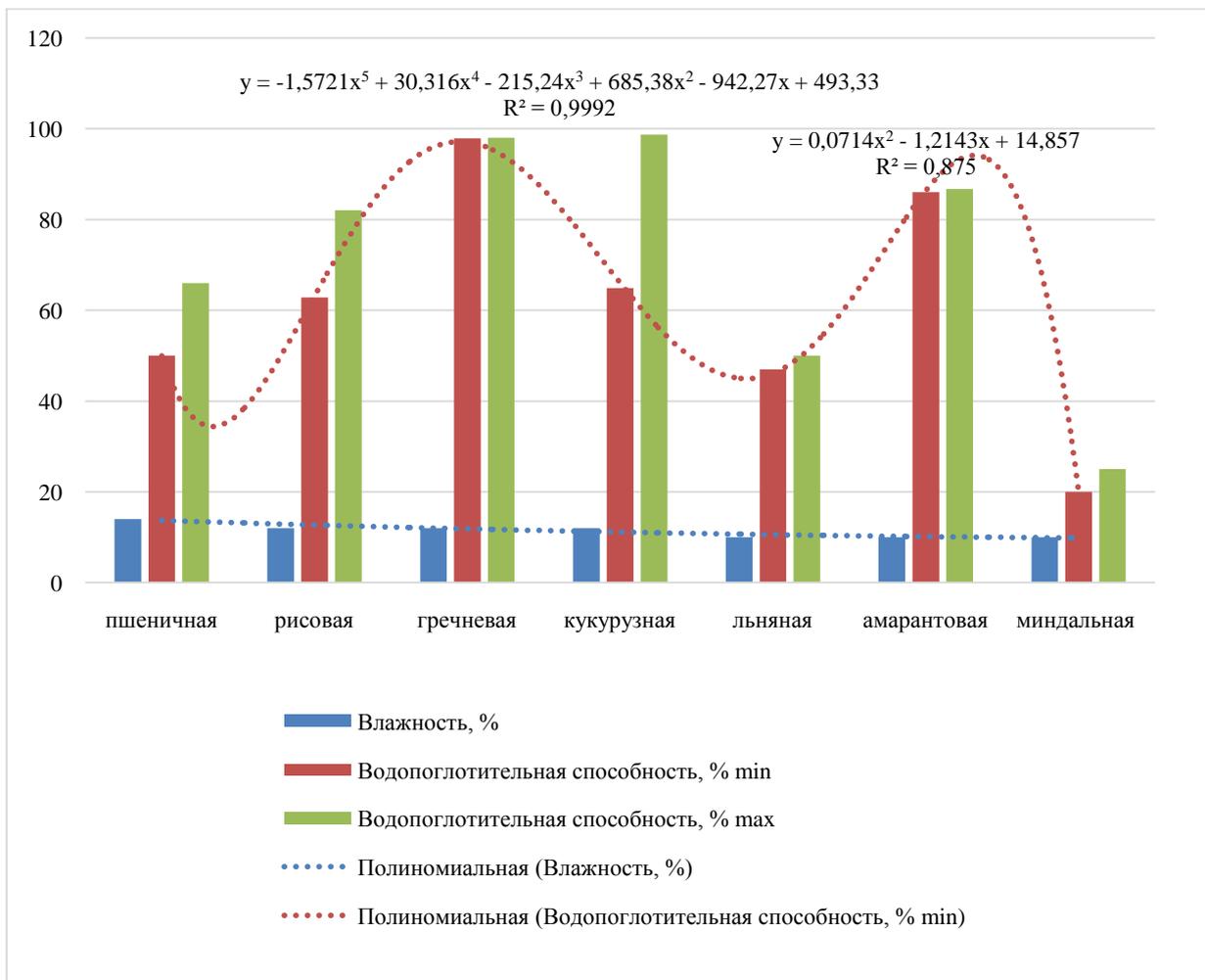


Рисунок 1. Зависимость водопоглотительной способности муки от ее вида и исходной влажности  
 Figure 1. The dependence of the water absorption capacity of flour on its type and initial moisture

Проведя анализ рисунка 1, можно рекомендовать использовать муку из кукурузной, гречневой и рисовой крупы, которая имеет водопоглощительную способность (ВПС), наиболее приемлемую для создания требуемой структуры модельного мясного фарша. Это – гречневая мука (97,91%), кукурузная (64,91%) и рисовая (62,82%).

Таким образом, поставленной задачей было создание мясных котлет с улучшенными питательными свойствами без потери первоначальных органолептических показателей и расширение ассортимента мясных котлет с заданными свойствами. В этой связи наилучшие реологические характеристики модельных фаршей будут при использовании в пищевых системах гречневой, рисовой и кукурузной муки.

Разработанная технология производства рубленых мясных полуфабрикатов включает измельчение говядины, жирового компонента и добавления яиц и специй. Дополнительно производится изготовление суспензии из воды (молока) с температурой 4-6°C и гречневой, рисовой или кукурузной муки в соотношении 1:1,7. Длительность набухания муки в жидкости составляет двадцать минут. Затем соединяются все компоненты, масс. %: фарш говяжий и мука 82, яйцо куриное 4,0-4,7; перец черный молотый 0,3-0,5; соль поваренная пищевая 0,8-1,0. Котлеты панируются в сухарях. Полуфабрикаты замораживаются в скороморозильных аппаратах.

Эта технология отвечает критерию «промышленная применимость», может быть использована на предприятиях пищевой промышленности и общественного питания.

Преимущества предлагаемой технологии производства рубленых мясных полуфабрикатов:

- сокращение отдельных операций, когда рецептурные компоненты изготавливаются раздельно, а затем перемешиваются с остальными ингредиентами;

- использование концентрированной мучной суспензии с набухшими белками и обводненными крахмальными зёрнами увеличивает сочность готовой продукции в результате впитывания крахмалом муки воды, в том числе и выделяемой денатурирующимися белками мышечной ткани;

- повышение биологической ценности модельного фарша и полуфабрикатов из него

осуществлено за счет муки из цельно зерновых культур.

Введение куриных яиц дало возможность создать более нежную структуру, повысить биологическую ценность продукта, т. к. в состав яиц входят все незаменимые аминокислоты, и этот белок является идеальным для организма человека.

Применение «шоковой» заморозки позволит быстро снизить температуру до -30...-35°C, что дает значительный экономический эффект.

Технологию получения функциональных рубленых котлет, обогащенных микронутриентами, полностью осуществляют при добавлении гречневой, рисовой, кукурузной муки при следующем соотношении входящих в рецептуру компонентов, приведенных в таблице 3.

Все предлагаемые рецептуры максимально соответствуют натуральному рубленому изделию – рецептура № 657 Сборника рецептов 1982 г. [19].

Введенные растительные добавки отличаются следующими показателями:

- гречневая мука богата белком, клетчаткой, витаминами и минеральными веществами. Мука имеет запах и вкус, приближенный к нейтральному, тонкую однородную структуру, сероватый цвет. Не содержит глютен;

- рисовая мука содержит ценные компоненты: белок, витамины и минеральные вещества, не содержит глютен;

- кукурузная мука отличается высоким содержанием витаминов и минеральных веществ, содержит клетчатку, не содержит глютен, является менее калорийной в сравнении с рисовой и гречневой мукой.

В результате исследований выявлено, что образец 1 имеет рыхлую поверхность, цвет светло-серый, который появился после введения гречневой муки, консистенция без грубой соединительной ткани. Он в большей степени отвечает пожеланиям потребителей, имеет выраженный мясной вкус.

Подготовку сырья и производство образца 2 – функционального рубленого полуфабриката осуществляют аналогично образцу 1. Второй образец имеет присущие ему отличительные характеристики. Цвет светло-вишневый из-за введения рисовой муки белого цвета. Изделие сочное и после тепловой обработки – ароматное и хорошо сохраняет форму. Имеет выраженные характеристики мясного рубленого изделия.

**Таблица 3.** Сводная таблица рецептов мясорастительных полуфабрикатов, нетто, г  
**Table 3.** Summary table of recipes for meat and vegetable semi-finished products, net, g

Показатели	Рецептура № 657 Шницель натуральный рубленный	Рубленые полуфабрикаты, полученные по разработанной технологии		
		образец 1	образец 2	образец 3
Фарш говяжий	70	69,9	69,1	69,6
Жир-сырец говяжий	11	5	4	6
Мука гречневая	-	12,1	-	-
Мука рисовая	-	-	12,9	-
Мука кукурузная	-	-	-	12,4
Яйцо куриное	4,0	4,0	4,0	4,0
Перец черный молотый	0,3	0,3	0,3	0,3
Соль	0,8	0,8	0,8	0,8
Сухари панировочные	12,0	6,0	6,0	6,0
Вода или молоко	7	7	8	6
Выход	100	100	100	100

Подготовку сырья и производство образца 3 – рубленого полуфабриката осуществляют аналогично образцу 1. Полученный целевой продукт имеет традиционную форму котлет, более жесткую консистенцию, недостаточно сочный, по сравнению с контролем, на разрезе видны включения кукурузной муки. Цвет желтоватый, характерный для цвета функ-

циональной добавки – кукурузной муки. Присутствует привкус и легкий запах кукурузы. Полуфабрикаты и готовые изделия с добавлением кукурузной муки отвечают всем требованиям, отмеченным в ГОСТ 9959-91.

Показатели качества разработанных рубленых полуфабрикатов (образцы 1-3) представлены в таблице 4.

**Таблица 4.** Физико-химические показатели опытных и контрольного образцов мясорастительных рубленых полуфабрикатов

**Table 4.** Physical and chemical parameters of experimental and control samples of meat and vegetable chopped semi-finished products

Показатели	Рецептура № 657 Шницель натуральный рубленный	Рубленые полуфабрикаты, полученные по разработанной технологии		
		образец 1	образец 2	образец 3
Белок, г	15,6	22,1	19,5	21,3
Жир, г	6,0	7,1	6,2	6,3
Углеводы, г	7,2	8,9	12,4	11,8
Калорийность, ккал	149,9	187,9	183,4	189,1
Макро- и микроэлементы				
К, мг	191,2	385,2	321,3	332,06
Са, мг	14, 1	59,8	41,4	49,84
Mg, мг	24,3	32,9	20,1	28,07
Na, мг	461,1	146,7	132,3	329,72
P, мг	150,2	230,6	151,4	169,7
Fe, мг	1,2	3,1	2,06	1,84

Данные, представленные в таблице 3, показывают, что лучшим является образец 2. Однако все образцы максимально сбалансированы по соотношению белков, жиров и углеводов, обладают более нежной консистенцией, приятным запахом и наиболее обогащены минеральными веществами.

В связи с этим предлагаемые технологии производства мясных рубленых полуфабрикатов функционального назначения имеют явные преимущества по сравнению с контролем (рецептура 657. Шницель натуральный рубленый. Сборник, 1982 г.) [19].

**Выводы.** Разработанные технологии и рецептуры позволяют получить мясные функциональные полуфабрикаты и кулинарные изделия, сбалансированные по основным пи-

щевым веществам, оптимально обогащены минеральными веществами за счет введения цельной молотой муки зерновых культур.

Лучшей водопоглотительной способностью обладают гречневая мука, затем рисовая и кукурузная. Эти виды муки не содержат глютен, но кукурузная и рисовая мука отличаются высоким содержанием крахмала, амилопектин которого в контакте с водой набухает, а амилоза растворяется. Поэтому влага будет удерживаться в суспензии набухшим амилопектином и белками.

Оптимальными реологическими характеристиками обладает образец №1, в состав которого введена гречневая мука. Несколько уступает ему образец №3, но он все же удовлетворяет требованиям потребителей.

#### Список литературы

1. Тутельян В. А., Спиричев В. Б., Суханов Б. П., Кудашева В. А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. Справочное руководство по витаминам и минеральным веществам. Москва: Колос, 2002. 424 с.
2. Данилов М. Б., Гомбожапова Н. И., Лескова С. Ю., Бадмаева Т. М. Разработка технологии мясных рубленых полуфабрикатов функционального назначения // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. Т. 1. № 2. С. 104–112.
3. Torres Pu., Prie D., Beck L. et al. Klotho gene, phosphocalcic metabolism, and survival in dialysis. *J Ren Nutr* 2009; 19 (1): 50-56.
4. Stubbs J., Liu S., Quarles LD. Role of fibroblast growth factor 23 in phosphate homeostasis and pathogenesis of disordered mineral metabolism in chronic kidney disease. *Semin Dial* 2007; 20 (4): 302–308.
5. Волков М. М., Каюков И. Г., Смирнов А. В. Фосфорно-кальциевый обмен и его регуляция // Нефрология, 2010. Т. 14. № 1. С. 91–98.
6. Lourwood D.L. The pharmacology and therapeutic utility of bisphosphonates. *Pharmacotherapy*. 1998;18(4):779–789.
7. Reber P.M., Heath H. 3rd. Hypocalcemic emergencies. *Med Clin North Am*. 1995;79(1):93–106.
8. Bushinsky D.A., Monk R.D. Electrolyte quintet: Calcium. *Lancet*. 1998;352(9124):306–311.
9. Cheng S.C., Young D.O., Huang Y. [et al.]. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of niacinamide for reduction of phosphorus in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;3(4):1131–1138.
10. Семиголовский Н. Ю. Дефицит магния как общемедицинская проблема // Трудный пациент, 2008. Т. 6. № 7. С. 35–41.
11. Спасов А. А., Петров В. И., Иежица И. Н., Мазанова Л. С., Озеров А. А. Магний (значение, дефицит, лекарственные средства и биологически активные добавки к пище) // 1-й Съезд Российского общества медицинской элементологии (РОСМЭМ), 9-10 декабря 2004 г., Москва. Микроэлементы в медицине. 2004;5: Вып. 4: 133–135.
12. Кадыков А. С., Бушенева С. Н. Магний глазами невролога // Нервы, 2006. №1. С. 1–3.
13. Рогов И. А. и др. Производство мясных полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд. Москва: Колос, 1997. С. 220–232.
14. Пат. №2338396 Российская Федерация, МПКС2 А23L 1/31, А23L 1/314. Полуфабрикат мясо-растительный рубленый диетический обогащенный / А. В. Устинова, И. К. Морозкина, Н. Е. Белякина, Н. В. Тимошенко; заявитель и патентообладатель ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. В. М. Горбатова Российской академии сельскохозяйственных наук». № 2006140735/13; заявл. 20.11.2006; опубл. 20.11.2008. Бюл. № 32. 10 с.
15. Пат. №2187949 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup>А 23 L 1/317, 1/314, 1/31. Способ производства мясных продуктов / Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев, А. А. Кудряшева [и др.]; заявитель и патентооб-

ладатель Л. Ю. Савватеева, Е. В. Савватеев, А. А. Кудряшева [и др.]. № 2001101830/13; заявл. 19.01.2001; опубл. 27.08.2002.

16. Лузан В. Н. Научное обоснование и практические аспекты создания технологий мясопродуктов с учетом региональных особенностей Забайкалья: дис. ... докт. техн. наук. Москва, 2000. С. 185–198.

17. Пат. RU2 635 677С1, МПК<sup>7</sup> А 23 L 13/60, А23L 13/40. Способ производства рубленых мясорастительных полуфабрикатов функционального назначения / Т. А. Рулева и Н. Ю. Сарбатова № 2017108369, заявл. 2017.03.13, опубл. 2017.11.15.

18. Пат. 2525256 Российская Федерация, МПК А 231 1/317, А 231 1/314. Способ производства мясорастительных котлет из мяса кролика / Н. Ю. Герасимова, Т. В. Голованева; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "Кубанский государственный технологический университет". 2013109341/13, заявл. 01.03.2013; опубл. 10.08.2014. Бюл. № 22. 9 с.

19. Рецепт № 657. Шницель натуральный рубленый. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. Москва: Экономика, 1982. 720 с.

20. Технология производства. Шницель натуральный рубленый. [https://interdoka.ru/kulinaria/1982/10\\_bluda\\_miaso/4\\_rublenoe/4.html](https://interdoka.ru/kulinaria/1982/10_bluda_miaso/4_rublenoe/4.html)

21. Рогов И. А. и др. Производство мясных полуфабрикатов и быстрозамороженных блюд. Москва: Колос, 1997. 220–232 с.

22. Васюкова А. Т., Любимова К. В. Влияние изменения состава мясных рубленых изделий на их жирно-кислотный состав. Электронный сборник тезисов по итогам IV Международного симпозиума «Innovations in life sciences» <https://ils2022.bsu.edu.ru/ils2022/>

23. Сущность гидратации белков. Технология продукции общественного питания / А. И. Мглинец, Н. А. Акимова, Г. Н. Дзюба [и др.]; под ред. А.И. Мглинца. Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2010. 736 с.

## References

1. Tutel'yan V.A., Spirichev V.B., Suhanov B.P., Kudasheva V.A. *Mikronutrienty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka* [Micronutrients in the nutrition of a healthy and sick person]. *Spravochnoe rukovodstvo po vitaminam I mineral'nym veshchestvam*. Moscow: Kolos, 2002. 424 p. (In Russ.)

2. Danilov M.B., Gombozhapova N.I., Leskova S.Yu., Badmaeva T.M. Development of technology of the meat chopped ready-to-cook foods of functional setting. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii*. 2015;1(20):104–112. (In Russ.)

3. Torres Pu., Prie D., Beck L. [et al.]. Klotho gene, phosphocalcic metabolism, and survival in dialysis. *J Ren Nutr*. 2009;19(1):50–56.

4. Stubbs J., Liu S., Quarles L.D. Role of fibroblast growth factor 23 in phosphate homeostasis and pathogenesis of disordered mineral metabolism in chronic kidney disease. *Semin Dial* 2007;20(4):302–308.

5. Volkov M.M., Kayukov I.G., Smirnov A.V. Phosphorus-calcium metabolism and its regulation. *Nephrology*. 2010;14(1):91–98. (In Russ.)

6. Lourwood D.L. The pharmacology and therapeutic utility of bisphosphonates. *Pharmacotherapy*. 1998;18(4):779–789.

7. Reber P.M., Heath. H. 3rd. Hypocalcemic emergencies. *Med Clin North Am*. 1995;79(1):93–106.

8. Bushinsky D.A., Monk R.D. Electrolyte quintet: Calcium. *Lancet* 1998; 352 (9124): 306–311.

9. Cheng S.C., Young D.O., Huang Y. et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of niacinamide for reduction of phosphorus in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;3(4):1131–1138.

10. Semigolovskij N.Yu. Magnesium deficiency as a general medical problem]. *Trudnyj pacient* [Difficult patient]. 2008;6(7):35–41. (In Russ.)

11. Spasov A.A., Petrov V.I., Iyehitsa I.N., Mazanova L.S., Ozerov A.A. Magnesium (value, deficiency, drugs and biologically active food supplements). *I-y S"yezd Rossiyskogo obshchestva meditsinskoj elementologii, 9-10 dekabrya 2004 g.* [1st Congress of the Russian Society of Medical Elementology, December 9-10, 2004]. Moscow. *Mikroelementy v meditsine*. 2004;5(4):133–135. (In Russ.)

12. Kadykov A.S., Busheneva S.N. Magnesium through the eyes of a neurologist. *Nervy*. 2006;(1):1–3. (In Russ.)

13. Rogov I.A. [et al.]. *Proizvodstvo myasnyh polufabrikatov I bystrozamorozhennyh blyud* [Production of meat semi-finished products and quick-frozen dishes]. Moscow: Kolos, 1997. Pp. 220–232. (In Russ.)

14. Pat. 2338396 Russian Federation, IPC C2 A23L 1/31, A23L 1/314. Meat and vegetable chopped dietic enriched semi-finished product. A.V. Ustinova, I.K. Morozkina, N.E. Belyakina, N.V. Timoshenko; applicant and patent holder All-Russian Research Institute of the Meat Industry named after V.M. Gorbato of the

Russian Academy of Agricultural Sciences. No. 2006140735/13; application 20.11.2006; publ. 20.11.2008. Bul. No. 32. 10 p. (In Russ.)

15. Pat. No. 2187949 Russian Federation, MPK7 A 23 L 1/317, 1/314, 1/31. Meat food production method. L.Yu. Savvateeva, E.V. Savvateev, A.A. Kudryasheva [et al.]; applicant and patent holder L.Yu. Savvateeva, E.V. Savvateev, A.A. Kudryasheva [et al.]. No. 2001101830/13; application 19.01.2001; publ. 27.08.2002. (In Russ)

16. Luzan V.N. Scientific substantiation and practical aspects of creating technologies for meat products, taking into account the regional characteristics of Transbaikalia: *dis. ... dokt. tekhn. nauk* [dis. ... Doc. Tech. Sciences]. Moscow, 2000. Pp. 185–198. (In Russ.)

17. Pat. RU2635677C1, MPK7 A 23 L 13/60, A23L 13/40. Method for the production of chopped meat and vegetable semi-finished products for functional purposes. T.A. Ruleva and N.Yu. Sarbatova No. 2017108369, application 2017.03.13, publ. 2017.11.15. (In Russ.)

18. Pat. 2525256 Russian Federation, IPC A 23I 1/317, A 23I 1/314. Method for the production of meat and vegetable cutlets from rabbit meat. N.Yu. Gerasimova, T.V. Golovaneva; applicant and patent holder Kuban State Technological University. No. 2013109341/13, application 03/01/2013; publ. 08/10/2014. Bul. No. 22. 9 p. (In Russ.)

19. *Retseptura № 657. Shnitsel' natural'nyy rublenyy. Sbornik retseptur blyud i kulinarykh izdeliy dlya predpriyatiy obshchestvennogo pitaniya* [Recipe No. 657. Natural chopped schnitzel. Collection of recipes for dishes and culinary products for public catering establishments]. Moscow: Economics, 1982. 720 p. (In Russ.)

20. Production technology. Schnitzel natural chopped. [https://interdoka.ru/kulinaria/1982/10\\_bluda\\_miaso/4\\_rublenoe/4.html](https://interdoka.ru/kulinaria/1982/10_bluda_miaso/4_rublenoe/4.html) (In Russ.)

21. Rogov I. A. [et al.]. *Proizvodstvo myasnykh polufabrikatov i bystrozamorozhennykh blyud* [Production of meat semi-finished products and quick-frozen dishes]. Moscow: Kolos, 1997. Pp. 220–232. (In Russ.)

22. Vasyukova A.T., Lyubimova K.V. Influence of changes in the composition of minced meat products on their fatty acid composition. Electronic collection of abstracts based on the results of the IV International Symposium "Innovations in life sciences". <https://ils2022.bsu.edu.ru/ils2022/>

23. Essence of protein hydration. Technology of catering products / A.I. Mglints, N.A. Akimova, G.N. Dzyuba [et al.]; ed. A.I. Mglints. Saint Petersburg: Troitsky Most, 2010. 736 p. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Васюкова Анна Тимофеевна** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», SPIN-код: 2889-1457, Author ID: 643884, Scopus ID: 57215827520, Researcher ID: A-7879-2016

**Кусова Ирина Урузмаговна** – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет», SPIN-код: 6502-2738, Author ID: 719570

**Эдварс Ростислав Анатольевич** – аспирант кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет»

**Талби Моунир** – аспирант кафедры цифровой нутрициологии, гостиничного и ресторанного сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет технологии и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)», SPIN-код: 8686-7556, Author ID: 1142193

#### Information about the authors

**Anna T. Vasyukova** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University, SPIN-code: 2889-1457, Author ID: 643884, Scopus ID: 57215827520, Researcher ID: A-7879-2016

---

**Irina U. Kusova** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University, SPIN-code: 6502-2738, Author ID: 719570

**Rostislav A. Edvars** – Postgraduate student of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University

**Mounir Talbi** – Postgraduate student of the Department of Digital Nutrition, Hotel and Restaurant Service, Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (First Cossack University), SPIN-code: 8686-7556, Author ID: 1142193

---

**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 27.02.2023;  
одобрена после рецензирования 10.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 27.02.2023;  
approved after reviewing 10.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 641.5:637.146

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-136-142

## Повышение потребительских свойств национального соуса тузлукъ

Амина Сергеевна Джабоева<sup>✉1</sup>, Анна Тимофеевна Васюкова<sup>2</sup>,  
Ирина Урузмаговна Кусова<sup>3</sup>, Алена Анатольевна Исмаилова<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup> Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

<sup>2,3</sup> Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Волоколамское шоссе, 11, Москва, Россия, 125080

<sup>✉1</sup> tpop\_kbr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9352-0862>

<sup>2</sup> vasyukovaat@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

<sup>3</sup> ir.kusova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8022-7229>

<sup>4</sup> tpop\_kbr@mail.ru

**Аннотация.** Традиции, связанные с питанием народа, – неотъемлемая часть его материальной культуры. Они формировались под влиянием природных, исторических и социально-экономических факторов. Поэтому блюда народной кухни во многом соответствуют климату и образу жизни каждого народа и физиологически целесообразны. Рациональное питание не может строиться без учета местных условий, национальных вкусов и традиций, которые складывались на протяжении многих веков применительно к хозяйственному укладу, уровню развития техники и условиям жизни. В настоящее время рецептуры и способы приготовления национальных блюд нуждаются в критическом анализе с учетом новейших данных современной науки о питании. Мониторинг фактического питания населения Северного Кавказа выявил необходимость оптимизации пищевого статуса. Многочисленные данные свидетельствуют о дефиците витаминов и минеральных веществ в рационах питания. Одним из традиционных кисломолочных продуктов, наиболее часто потребляемых населением с мясом, является соус тузлукъ, характеризующийся высоким содержанием жира и низким содержанием микронутриентов. С целью повышения пищевой ценности продукта предложено его производство на основе сметаны, обогащенной поливитаминным комплексом 730/4 с добавлением зелени петрушки и укропа, содержащих широкий спектр макро- и микроэлементов. Результаты исследования влияния различных дозировок зеленых овощей на органолептические показатели качества тузлукъ позволили установить оптимальные доли петрушки и укропа в рецептуре, при которых достигаются наивысшие показатели – 3,5 и 1,5% от массы соуса соответственно. Данные химического состава соуса свидетельствуют, что использование в производстве тузлукъ сметаны, выработанной с поливитаминным премиксом 730/4 и введение в рецептуру зелени петрушки и укропа приводит к существенному повышению витаминной и улучшению минеральной ценности продукта.

**Ключевые слова:** национальная кухня, кисломолочные продукты, тузлукъ, рецептура, витаминный премикс, обогащение, зеленые овощи, минеральные вещества

**Для цитирования.** Джабоева А. С., Васюкова А. Т., Кусова И. У., Исмаилова А. А. Повышение потребительских свойств национального соуса тузлукъ // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 136–142.  
doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-136-142

Original article

## Increasing the consumer properties of the national sauce tuzluk

Amina S. Dzhaboeva<sup>✉1</sup>, Anna T. Vasyukova<sup>2</sup>, Irina U. Kusova<sup>3</sup>,

Alena A. Ismailova<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

<sup>2,3</sup>Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), 11 Volokolamskoe Highway, Moscow, Russia, 125080

<sup>✉1</sup> tpop\_kbr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9352-0862>

<sup>2</sup>vasyukovaat@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>

<sup>3</sup>ir.kusova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8022-7229>

<sup>4</sup>tpop\_kbr@mail.ru

**Abstract.** Traditions associated with the nutrition of the people are an integral part of their material culture. They were formed under the influence of natural, historical and socio-economic factors. Therefore, the dishes of folk cuisine largely correspond to the climate and lifestyle of each people and are physiologically appropriate. Rational nutrition cannot be built without taking into account local conditions, national tastes and traditions that have developed over many centuries in relation to the economic structure, the level of technological development and living conditions. At present, the recipes and methods of preparing national dishes need a critical analysis, taking into account the latest data from modern nutrition science. Monitoring of the actual nutrition of the population of the North Caucasus revealed the need to optimize the nutritional status. Numerous data indicate a deficiency of vitamins and minerals in diets. One of the traditional fermented milk products most often consumed by the population with meat is tuzluk sauce, which is characterized with a high fat content and a low content of micronutrients. In order to increase the nutritional value of the product, it is proposed to produce it on the basis of sour cream enriched with a multivitamin complex 730/4 with the addition of parsley and dill, containing a wide range of macro- and microelements. The results of the study of the effect of various dosages of green vegetables on the organoleptic quality indicators of tuzluk made it possible to establish the optimal proportions of parsley and dill in the recipe, at which the highest rates are achieved – 3.5 and 1.5% by weight of the sauce, respectively. The data of the chemical composition of the sauce indicate that the use of sour cream in the production of brine, developed with a multivitamin premix 730/4 and the introduction of parsley and dill into the recipe, leads to a significant increase in the vitamin value and improvement of the mineral value of the product.

**Keywords:** national cuisine, fermented milk products, tuzluk, recipe, vitamin premix, enrichment, green vegetables, minerals

**For citation.** Dzhaboeva A.S., Vasyukova A.T., Kusova I.U., Ismailova A.A. Increasing the consumer properties of the national sauce tuzluk. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):136–142. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-136-142

**Введение.** Неотъемлемой частью материальной культуры любого народа является национальная кухня. Традиции, связанные с питанием, формировались под влиянием природных, исторических и социально-экономических факторов. Рецептуры и способы приготовления национальных блюд создавались применительно к хозяйственному укладу, уровню развития техники и условиям жизни того периода народа, когда фор-

мировалось его самосознание в борьбе за свою самостоятельность [1–3].

Среди регионов Российской Федерации особое место по своему национальному составу и географическому положению занимает Северный Кавказ, бытовые традиции народов которого сложились в особых, часто экстремальных условиях [4, 5]. На протяжении многовековой истории они выработали своеобразный и богатый ассортимент нацио-

нальных блюд и способы их приготовления, однако, с позиции современной нутрициологии традиционный рецептурный состав зачастую нуждается в коррекции, что обусловлено несбалансированным химическим составом готовой продукции, либо дефицитом в ней пищевых ингредиентов (макро-, микронутриентов и др.).

Характерной особенностью рационов народов Кабардино-Балкарии является большой удельный вес в питании мяса, мясных продуктов, молока и кисломолочной продукции. Предпочтение отдается блюдам из мяса, которые подаются с соусом тузлукъ, приготавливаемым на основе сметаны с добавлением национального кисломолочного напитка айран.

Тузлукъ – традиционный балкарский продукт питания, характеризующийся наличием лактококков или их смеси с термофильными молочнокислыми стрептококками, основным видом биологической активности которых является ферментация углеводов с образованием молочной кислоты, способной снижать рН среды и угнетать деятельность гнилостных бактерий в желудочно-кишечном тракте человека, улучшать состояние иммунитета и др. Лактококки, как и многие заквасочные микроорганизмы, производят бактериоцины, обладающие противомикробным действием; стрептококки являются источником фермента лактазы. Наличие в сметане ферментов, выделяемых молочной микрофлорой, способствует частичному расщеплению белковых веществ и лучшему усвоению их организмом [6].

Национальный кисломолочный напиток айран, используемый в рецептуре тузлукъа, вырабатывается на уникальной закваске, передающейся из поколения в поколение. Он представляет собой природный симбиоз молочнокислых бактерий и дрожжей, формирующих антагонистические свойства продукта в отношении гнилостных бактерий, устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям соляной кислоты, желчи, антибиотиков и других лекарственных препаратов [7, 8].

Следует отметить, что несмотря на благоприятный эффект веществ микробного происхождения, содержащихся в тузлукъе на физиологические реакции организма, с точки зрения химического состава соус характеризуется высоким содержанием жира

и низким содержанием витаминов и минеральных веществ.

В связи с этим производство продуктов питания на основе сохранения национальных традиций с заданным химическим составом актуально и представляет широкое поле деятельности для расширения ассортимента новой продукции с улучшенными потребительскими свойствами.

**Цель исследования** – повышение пищевой ценности и улучшение органолептических показателей качества национального кисломолочного соуса тузлукъ. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- обосновать целесообразность введения свежей зелени петрушки и укропа в рецептуру соуса тузлукъ;

- исследовать влияние соотношения зелени петрушки и укропа в рецептуре соуса тузлукъ на органолептические показатели качества готового продукта;

- разработать рецептуры соуса тузлукъ на основе сметаны, приготавливаемой с использованием поливитаминного премикса 730/4 с добавлением зелени петрушки и укропа;

- определить содержание витаминов и минеральных веществ в разработанной продукции.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования были выбраны: зелень петрушки и укропа, выращенная в Урванском районе КБР (с. п. Черная речка); кисломолочный национальный соус тузлукъ, приготавливаемый на основе сметаны домашней 15,0%-ной жирности, выработанной с использованием витаминного премикса 730/4 с добавлением зеленых культур.

Работа выполнялась с 2021 по 2022 годы на базе научно-исследовательской и технологической лабораторий кафедры «Технология продуктов общественного питания и химия» ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова».

В работе использовали общепринятые стандартные методы исследований: органолептические, физико-химические, микробиологические и статистические.

Обработку экспериментальных данных проводили с помощью пакетов прикладных программ STATISTICA 10.

**Результаты исследования.** На основании ранее проведенного исследования (см. журнал «Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова». 2022. № 4(38)) было установлено, что введение витаминного премикса 730/4 в нормализованные сливки обогащает продукт водо- и жирорастворимыми витаминами. Потребление 100 г сметаны позволяет удовлетворить суточную физиологическую потребность организма человека в витаминах А, D, Е на 29,4; 25,0 и 16,7%; в витаминах С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, Н, РР, в пантотеновой кислоте и фолатах – на 18,0; 23,3; 22,2; 25,0; 26,7; 25,0; 22,5; 36,0 и 25,0 % соответственно.

Анализ пищевой ценности тузлукья, приготовленного по традиционной рецептуре и на основе сметаны 15%-ной жирности с использованием поливитаминного премикса, позволил установить низкое содержание в продукте макро- и микроэлементов, что обусловило целесообразность введения в рецептуру соуса ингредиентов, богатых минеральными веществами.

В Кабардино-Балкарской Республике в значительных объемах выращиваются зеленые культуры, наибольшим спросом из которых у потребителей пользуются зелень петрушки и укропа, отличающиеся от молочных и кисломолочных продуктов низким содержанием жиров и широким спектром макро- и микроэлементов.

Несмотря на имеющиеся в литературе сведения о минеральном составе петрушки и укропа, существует биологическая зависимость этих культур от сортовых особенностей, климатических, агрохимических и др. условий, что свидетельствует о необходимости его исследования применительно к географической зоне произрастания.

Фактическое содержание макро- и микроэлементов в зелени петрушки и укропа, выращенной в с. п. Черная речка Урванского района КБР, приведено в таблице 1.

Результаты исследования показали, что массовая доля кальция, магния, калия и фосфора в зелени петрушки выше по сравнению с зеленью укропа на 7,1; 4,9; 50,9; 11,8% соответственно. Зелень укропа превосходит

зелень петрушки по содержанию натрия и марганца в 1,3 и 4,3 раза. Оба образца отличаются оптимальным соотношением кальция и магния (1:0,5) и незначительным содержанием натрия по сравнению с калием, что оказывает положительное влияние на водно-солевой обмен в организме человека.

**Таблица 1.** Массовая доля минеральных веществ в зелени петрушки и укропа (мг/100 г)

**Table 1.** Mass fraction of minerals in parsley and dill (mg/100 g)

Макро- и микроэлементы	Объект исследования	
	зелень петрушки	зелень укропа
Кальций	198±2	184±3
Магний	102±1	97±1
Натрий	56±1	73±2
Калий	915±14	449±8
Фосфор	136±3	120±2
Железо	2,4±0,03	2,2±0,06
Медь	0,31±0,009	0,25±0,005
Марганец	0,34±0,002	1,47±0,003
Цинк	1,86±0,04	1,79±0,04

При изучении влияния зеленых овощей на органолептические показатели качества тузлукья, приготовленного на основе сметаны, обогащенной витаминами, петрушку и укроп вводили в готовый продукт в дозировках от 1,0 до 7,0% от массы соуса.

Дегустационный анализ контрольного и опытных образцов проводили с участием 9 экспертов согласно разработанной пятибалльной шкале органолептической оценки качества кисломолочного соуса тузлукь по показателям: консистенция, цвет, состав, запах и вкус. Для достоверности экспертной оценки качества соуса для каждого показателя использовали коэффициенты весомости: консистенция – k= 0,3; цвет – k= 0,1; состав – k= 0,1; запах – k= 0,2; вкус – k= 0,3.

Установлено, что лучшие органолептические показатели качества тузлукья достигались при введении петрушки в дозировке 3,5%, укропа – 1,5% от массы соуса. Образец имел вязкую однородную консистенцию с равномерно распределенными по массе продукта частицами измельченной зелени пет-

рушки и укропа. Наличие в соусе зелени повышало его потребительскую привлекательность, создавало ощущение сбалансированного вкуса, приятного запаха свежей сметаны и овощей, входящих в рецептуру. Данные суммарной балльной оценки (4,87 балла) свидетельствовали об отличном уровне качества тузлукья.

По результатам сенсорной оценки разработана рецептура кисломолочного соуса на основе сметаны, обогащенной витаминами с зеленью петрушки и укропа (табл. 2).

**Таблица 2.** Рецептура соуса тузлукъ с зеленью петрушки и укропа  
**Table 2.** Recipe for tuzluk sauce with parsley and dill

Наименование сырья	Соотношение компонентов, %
Сметана, обогащенная витаминным премиксом 730/4	60
Айран	20
Петрушка (зелень)	3,5
Укроп (зелень)	1,5
Чеснок	2
Соль	13

Сравнительная характеристика витаминного и минерального состава традиционного соуса тузлукъ, выработанного на основе сметаны, обогащенной витаминами с добавлением зелени петрушки и укропа, представлена в таблице 3.

Из приведенных в таблице 3 данных видно, что производство национального кисломолочного соуса тузлукъ на основе сметаны, выработанной с поливитаминным премиксом 730/4 с добавлением зелени петрушки и укропа, существенно повышает витаминную и улучшает минеральную ценность продукта.

**Выводы.** 1. Определена целесообразность повышения пищевой ценности и улучшения органолептических показателей качества национального кисломолочного соуса тузлукъ.

2. Установлено фактическое содержание макро- и микроэлементов в зеленых овощах

**Таблица 3.** Массовая доля витаминов и минеральных веществ в 100 г традиционного и разработанного соуса тузлукъ

**Table 3.** Mass fraction of vitamins and minerals in 100 g of traditional and developed tuzluk sauce

Показатель	Значение показателя	
	традиционный соус	разработанный соус
<b>Витамины:</b>		
аскорбиновая кислота, мг	2,1	26,3
тиамин, мг	0,03	0,24
рибофлавин, мг	0,09	0,46
пиридоксин, мг	0	0,3
цианкокобаламин, мкг	0	0,48
биотин, мкг	0,06	7,5
ниацин, мг НЭ	0,68	3,0
пантотеновая кислота, мг	0,01	1,1
фолаты, мкг	1,0	61
РЭ, мкг	143,3	520
холекальциферол, мкг	0	102
ТЭ, мг	0,12	1,6
<b>Минеральные вещества, мг:</b>		
кальций	79	111
магний	8	12
натрий	33	40
калий	105	142
фосфор	56	61
железо	0,2	0,7
медь	2	4
марганец	16	23
цинк	20	39

(петрушка, укроп), выращенных в Урванском районе КБР (с. п. Черная речка).

3. Выявлено, что использование натуральных растительных источников пищевого сырья в сочетании со сбалансированными в соответствии с физиологическими потребностями организма человека обогащающими добавками позволит снизить дефицит микронутриентов в рационе питания местного населения и улучшить состояние его здоровья.

## Список литературы

1. Ширитова Л. Ж., Жилова Р. М. Особенности и традиции кабардинской и балкарской кухни // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2021. № 2(32). С.160–166.
2. Лебедева У. М., Абрамов А. Ф., Степанов К. М., Васильева В. Т., Ефимова А. А. Пищевая ценность национальных молочных продуктов с добавлением лесных ягод и дикорастущих пищевых растений Якутии // Вопросы питания. 2015. № 6. Т. 84. С. 132–140.
3. Титоренко Е. Ю., Яковлева А. А., Ермолаева Е. О., Гурьянов Ю. Г., Позняковский В. М. Обоснование рецептуры функционального напитка на основе местного растительного сырья // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. № 1. С. 41–49.
4. Думанишева З. С., Созаева Д. Р., Насырова Ю. Г., Сысоев В. Н. Применение новых кулинарных изделий в санаторно-курортных учреждениях // Национальные приоритеты и безопасность: материалы Международной научно-практической конференции, Нальчик, 2020. С. 425–428.
5. Думанишева З. С., Думанишева И. Х. Разработка рецептуры и технологии обогащенной творожной массы для лиц пожилого возраста // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 2(28). С. 56–61.
6. Бельмер С. В. Кисломолочные продукты: от истории к современности // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2019. № 64(6). С. 119–125.
7. Гашаева М. А., Суюнчев О. А. Исследование новых видов кисломолочного продукта айран // Новые технологии. 2009. № 2. С. 12–15.
8. Мануйлов И. М., Горбачева Е. С. Характер развития микрофлоры в домашнем айране // Университетская наука – региону: материалы 53-й научной конференции. Ставрополь: СГУ, 2008. С. 113–116.

## References

1. Shiritova L.Zh., Zhilova R.M. Features and traditions of Kabardian and Balkarian cuisine. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;2(32):160–166. (In Russ.)
2. Lebedeva U.M., Abramov A.F., Stepanov K.M., Vasil'yeva V.T., Yefimova A.A. Nutrition value of national milk products with the addition of wild berries and wild food plants of Yakutia. *Voprosy pitaniya*. 2015;84(6):132–140. (In Russ.)
3. Titorenko Ye.Yu., Yakovleva A.A., Yermolayeva Ye.O., Guryanov Yu.G., Poznyakovskiy V.M. The rationale for the formulation of functional drink based on local plant materials. *Technologies of the food and processing industry of AIC - healthy food*. 2017;(1):41–49. (In Russ.)
4. Dumanisheva Z.S., Sozayeva D.R., Nasyrova Yu.G., Sysoyev V.N. The use of new culinary products in sanatorium-and-spa institutions. *Natsional'nyye priority i bezopasnost' [National priorities and safety]: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Nal'chik. 2020. Pp. 425–428. (In Russ.)
5. Dumanisheva Z.S., Dumanisheva I.Kh. Development of the recipe and technologies of the enriched cottage cheese mass for elderly persons. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;2 (28):56–61. (In Russ.)
6. Belmer S.V. Fermented milk products: from history to the present. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii [Russian bulletin of perinatology and pediatrics]*. 2019;64(6):119–125. (In Russ.)
7. Gashayeva M.A., Suyunchev O.A. Investigation of new kinds of sour-milk product – aijran. *New technologies*. 2009;(2):12–15. (In Russ.)
8. Manuylov I.M., Gorbacheva Ye.S. The nature of the development of microflora in domestic ayran. *Universitetskaya nauka – regionu [University Science – for region]: materialy 53 nauchnoy konferentsii*. Stavropol': SGU, 2008. Pp. 113–116. (In Russ.)

## Сведения об авторах

**Джабоева Амина Сергеевна** – доктор технических наук, заведующая кафедрой технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 7958-3942, Author ID: 659705

**Васюкова Анна Тимофеевна** – доктор технических наук, профессор кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ), SPIN-код: 2889-1457, Author ID: 643884

**Кусова Ирина Урузмаговна** – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет» (РОСБИОТЕХ), SPIN-код: 6502-2738, Author ID: 719570

**Исмаилова Алена Анатольевна** – магистрант направления подготовки 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания», 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, Head of the Department of Food Technology and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 7958-3942, Author ID: 659705

**Anna T. Vasyukova** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), SPIN-code: 2889-1457, Author ID: 643884

**Irina U. Kusova** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), SPIN-code: 6502-2738, Author ID: 719570

**Alena A. Ismailova** – Master's student of the Direction of Training 19.04.04 "Technology of Products and Organization of Public Catering", 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 20.02.2023;  
одобрена после рецензирования 07.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 20.02.2023;  
approved after reviewing 07.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 664.64:633.432

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-143-149

## Формирование качества хлебобулочных изделий с продуктами переработки растительного сырья

Залина Сафраиловна Думанишева<sup>✉1</sup>, Карина Хизировна Доткулова<sup>2</sup>

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

<sup>✉1</sup>d.zalina.s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-1331>

**Аннотация.** Одним из наиболее рациональных способов улучшения потребительских свойств хлебобулочных изделий является использование в качестве рецептурного ингредиента продуктов переработки растительного сырья, в том числе порошкообразных полуфабрикатов из сортов моркови, возделываемых на территории Кабардино-Балкарской Республики. Морковь обладает богатым химическим составом. Корнеплоды моркови содержат: каротиноиды ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -каротины), витамины группы В, аскорбиновую кислоту, моно- и дисахариды, пищевые волокна, макроэлементы и микроэлементы. Переработка моркови в порошкообразный продукт способствует более длительному хранению сырья, высокой микробиологической и биохимической стабильности в процессе хранения, значительной концентрации питательных веществ и снижению массы. Порошок из моркови является доступным и дешевым сырьем с хорошим составом, способным оказывать эффективное воздействие на свойства компонентов дрожжевого теста и обеспечить повышение качества готовых изделий. Изучено влияние порошка из моркови на хлебопекарные свойства пшеничной муки первого сорта; физико-химические, структурно-механические и органолептические показатели качества хлебобулочных изделий. Установлено, что введение порошка из моркови в рецептуру хлебобулочных изделий в количестве от 2 до 6% к массе муки приводит к укреплению клейковинного каркаса теста и активации процесса брожения, что сокращает продолжительность приготовления теста. Порошок из моркови в рецептуре хлебобулочных изделий способствует увеличению кислотности, удельного объема, пористости и сжимаемости мякиша в опытных образцах на 4,3-13,0%, 2,5-6,9%, 1,3-4,0% и 3,8-10,3% соответственно по сравнению с контролем. Наилучшими потребительскими свойствами характеризуются изделия с порошком из моркови в количестве 4% к массе муки в рецептуре хлебобулочных изделий.

**Ключевые слова:** порошок из моркови, пшеничная мука первого сорта, технологические свойства, хлебобулочные изделия, качество

**Для цитирования:** Думанишева З. С., Доткулова К. Х. Формирование качества хлебобулочных изделий с продуктами переработки растительного сырья // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 143–149.

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-143-149

Original article

## Formation of the quality of bakery products with products of processing of vegetable raw materials

Zalina S. Dumanisheva<sup>✉1</sup>, Karina Kh. Dotkulova<sup>2</sup>

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

<sup>✉1</sup>d.zalina.s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-1331>

**Abstract.** One of the most rational ways to improve the consumer properties of bakery products is the use of processed vegetable raw materials as a recipe ingredient, including powdered semi-finished products from carrot varieties cultivated on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic. Carrots have a rich chemical composition. Carrot roots contain: carotenoids ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -carotenes), B vitamins, ascorbic acid, mono- and disaccharides, dietary fiber, macroelements and microelements. The processing of carrots into a powdered product contributes to a longer storage of raw materials, high microbiological and biochemical stability during storage, a significant concentration of nutrients and weight reduction. Carrot powder is an affordable and cheap raw material with a good composition that can effectively affect the properties of yeast dough components and improve the quality of finished products. The influence of carrot powder on the baking properties of wheat flour of the first grade was studied; physico-chemical, structural-mechanical and organoleptic indicators of the quality of bakery products. It has been established that the introduction of carrot powder into the recipe of bakery products in an amount of 2 to 6% by weight of flour leads to the strengthening of the gluten framework of the dough and the activation of the fermentation process, which reduces the duration of dough preparation. Carrot powder in the recipe of bakery products helps to increase the acidity, specific volume, porosity and compressibility of the crumb in test samples by 4.3-13.0%, 2.5-6.9%, 1.3-4.0% and 3.8-10.3%, respectively, compared with the control. The best consumer properties are characterized by products with carrot powder in the amount of 4% by weight of flour in the recipe of bakery products.

**Keywords:** carrot powder, first grade wheat flour, technological properties, bakery products, quality

**For citation:** Dumanisheva Z.S., Dotkulova K.Kh. Formation of the quality of bakery products with products of processing of vegetable raw materials. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):143–149. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-143-149

**Введение.** В рационе питания населения значительный удельный вес занимают хлебобулочные изделия. Одной из основных задач при производстве хлебобулочных изделий, в том числе из муки, с пониженными хлебопекарными свойствами, является повышение их качества. К наиболее рациональным способам решения данного вопроса относится использование в качестве рецептурного ингредиента продуктов переработки растительного сырья, в том числе порошкообразных полуфабрикатов из сортов моркови, возделываемых на территории Кабардино-Балкарской Республики [1–6].

Известно, что морковь обладает богатым химическим составом. Корнеплоды моркови содержат: каротиноиды ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -каротины), витамины группы В, аскорбиновую кислоту, углеводы (моно- и дисахариды, пищевые волокна), макроэлементы (калий, кальций, натрий, магний, сера, фосфор, хлор) и микроэлементы (железо, йод, марганец, медь, алюминий, бор, ванадий, кобальт, литий, молибден, никель, фтор, хром, цинк) [7, 8].

Благодаря широкому спектру функциональных ингредиентов в составе моркови при его потреблении нормализуются обмен веществ организма человека и функции ор-

ганов зрения, повышается минеральный обмен и сопротивляемость к простудным заболеваниям, усиливается деятельность желез желудочно-кишечного тракта [9].

Переработка моркови в порошкообразный продукт способствует более длительному хранению сырья, высокой микробиологической и биохимической стабильности в процессе хранения, значительной концентрации питательных веществ и снижению массы [7].

Порошок из моркови является доступным и дешевым сырьем с хорошим составом, способным оказывать эффективное воздействие на свойства компонентов дрожжевого теста и обеспечить повышение качества готовых изделий.

**Цель исследования** – изучение влияния порошка из моркови на технологические свойства пшеничной муки первого сорта и качество готового изделия.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования проводили в научно-исследовательской и технологической лабораториях кафедры «Технология продуктов общественного питания и химия» ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова».

При проведении экспериментальных исследований использовали порошок, полученный путем высушивания моркови сорта «Лагуна» с помощью двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушки.

Опытные образцы изделий готовили с внесением порошка из моркови в количестве 2, 4 и 6% к массе пшеничной муки первого сорта в рецептуру хлебобулочного изделия. Контролем служили пробы, выпеченные без добавок. Изделия выпекали формовой массой 400 г.

В ходе исследований были использованы общепринятые и специальные методы анализа. Количество и качество сырой клейковины определяли по ГОСТ 27839-2013<sup>1</sup>, газообразующую способность – с помощью прибора Яго-Островского.

Определение влажности в изделиях проводили по ГОСТ 21094-75<sup>2</sup>, кислотности мякиша хлеба – по ГОСТ 5670-96<sup>3</sup>, пористости – по ГОСТ 5669-96<sup>4</sup>, структурно-механические показатели определяли на приборе Структурометр СТ-2.

Органолептическую оценку готовых изделий проводили согласно разработанной на кафедре технологии продуктов общественного питания и химии Кабардино-Балкарского ГАУ шкале балловой оценки.

**Результаты исследований.** С целью исследования влияния порошка из моркови на хлебопекарные свойства пшеничной муки определяли количество и качество клейковины. Полученные результаты представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Влияние порошка из моркови на качество и количество клейковины  
**Figure 1.** Effect of carrot powder on the quality and quantity of gluten

Из рисунка 1 видно, что введение порошка из моркови в количестве от 2 до 6% к массе муки приводит к уменьшению массовой доли сырой клейковины на 0,9-3,4% по сравнению с контролем. При этом значение показателя сопротивления деформирующей нагрузки клейковины снижается на 6, 10 и 14 ед. прибора, что свидетельствует об укреплении клейковинного каркаса теста.

<sup>1</sup> ГОСТ 27839-2013 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины. Введ. 01.07.2014. М.: Стандартинформ, 2014. С. 22.

В процессе приготовления теста изучали влияние порошка из моркови на газообразующую способность и кислотонакопление.

<sup>2</sup> ГОСТ 21094-75 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности. Введ. 01.07.1976. М.: Стандартинформ, 1976. С. 6.

<sup>3</sup> ГОСТ 5670-96 Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости. Введ. 01.08.1997. М.: Стандартинформ, 1997. С. 10.

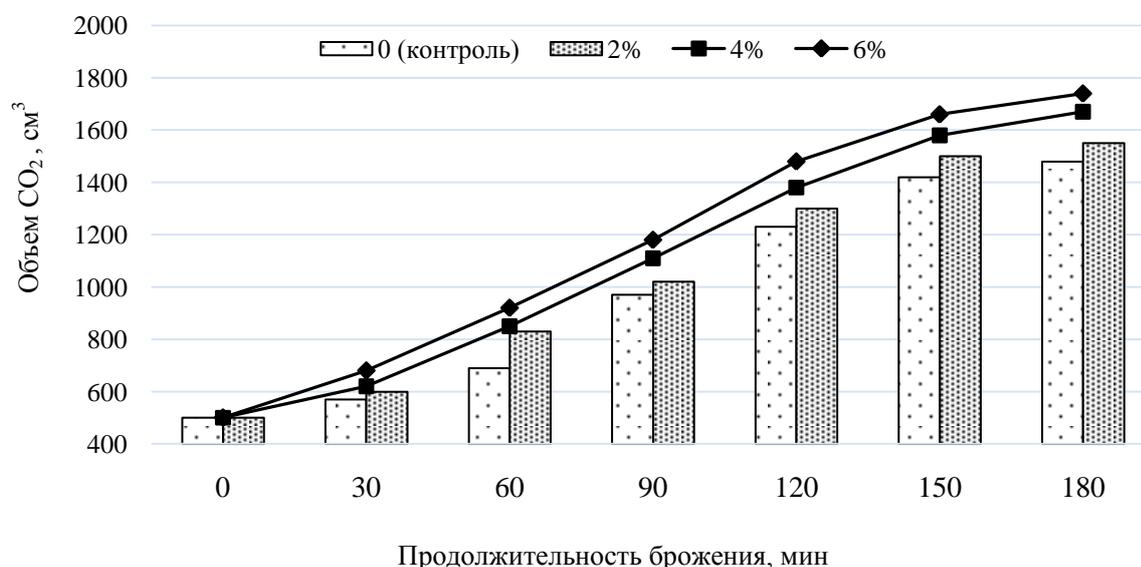
<sup>4</sup> ГОСТ 5669-96 Изделия кондитерские мучные. Метод определения пористости. Введ. 01.08.1997. М.: Стандартинформ, 1997. С. 5.

Динамика изменений газообразующей способности пшеничной муки при различных дозировках порошка из моркови представлена на рисунке 2.

При исследовании динамики изменений газообразующей способности при различных дозировках порошка из моркови в процессе брожения теста установлено, что с повышением количества порошка происходит интенсификация процесса брожения теста и сокращение длительности тестоведения. Объем диоксида углерода к 3 часам брожения теста

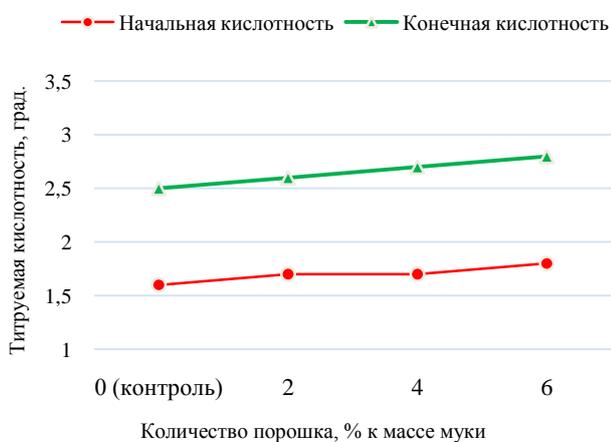
увеличился в пробах с порошком в дозировке от 2 до 6% к массе муки на 4,7-17,6% соответственно, по сравнению с контролем.

К числу показателей, определяющих готовность теста в процессе его брожения, относится кислотность. Поэтому в контрольном и опытных образцах теста определяли величину титруемой кислотности в начале и в конце брожения. Продолжительность процесса брожения, начиная с замеса теста, составила 180 мин. Результаты проведенных исследований приведены на рисунке 3.



**Рисунок 2.** Динамика изменений газообразующей способности при различных дозировках порошка из моркови в процессе брожения теста

**Figure 2.** Dynamics of changes of gas-forming capacity at different dosages of carrot powder during dough fermentation



**Рисунок 3.** Влияние порошка из моркови на кислотность теста

**Figure 3.** Effect of carrot powder on dough acidity

При внесении порошка из моркови в тесто активизируются процессы кислотонакопления. Начальная кислотность в опытных образцах по сравнению с контрольным увеличивается незначительно. Конечная кислотность теста с порошком из моркови в количестве от 2 до 6% к массе муки выше, чем в контроле на 4-12% соответственно.

Анализируя полученные результаты исследований, выявлено, что внесение порошка из моркови в тесто из пшеничной муки первого сорта приводит к сокращению продолжительности приготовления теста.

Для определения влияния порошка из моркови на качество хлебобулочных изделий изучали физико-химические, структурно-механические и органолептические показате-

ли. Качество изделий оценивали через 16 ч. после выпечки.

Результаты исследований влияния порошка из моркови на физико-химические и структурно-механические показатели качества приведены в таблице 1.

Полученные в ходе исследований данные свидетельствуют, что при добавлении в рецептуру хлебобулочных изделий 2, 4 и 6% к массе муки порошка из моркови происходит увеличение кислотности, удельного объема и пористости по сравнению с контролем на

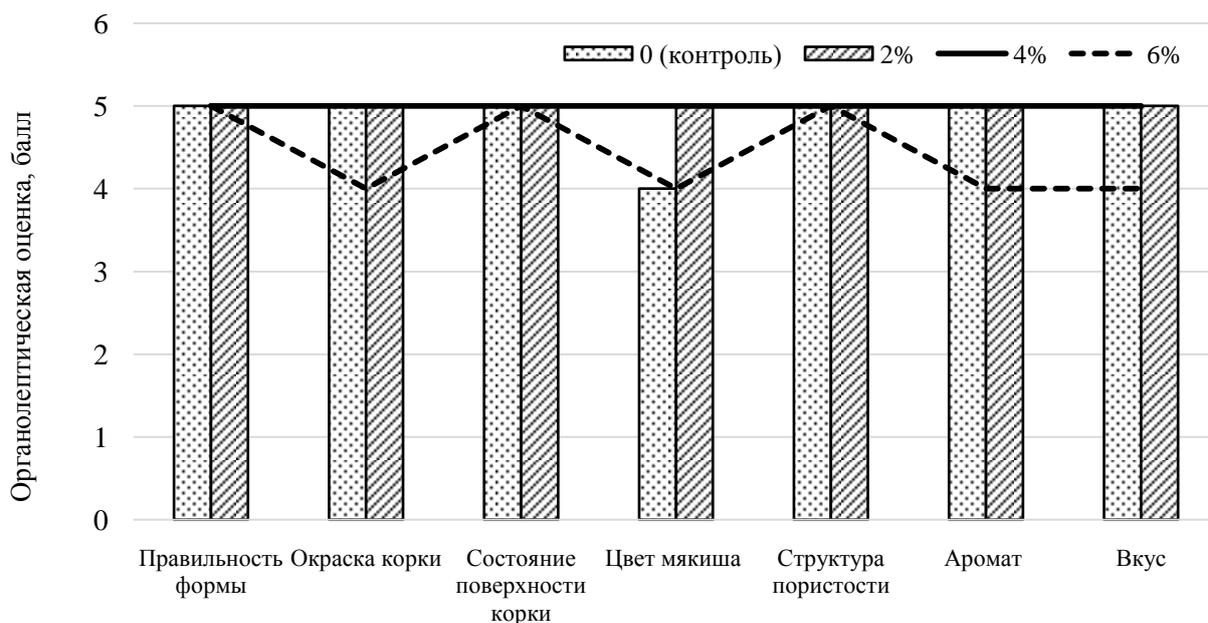
4,3-13,0%, 2,5-6,9% и 1,3-4,0% соответственно. Влажность мякиша изделий возрастает незначительно. Сравнительный анализ структурно-механических характеристик качества изделий показал, что у опытных образцов с 2-6% порошка к массе муки сжимаемость мякиша повышается на 3,8-10,3% соответственно по сравнению с контролем.

Оценку качества опытных образцов по органолептическим показателям проводили по пятибалльной шкале. Результаты балловой оценки представлены на рисунке 3.

**Таблица 1.** Физико-химические и структурно-механические показатели качества хлебобулочных изделий

**Table 1.** Physico-chemical and structural-mechanical indicators of the quality of bakery products

Показатель	Значение показателя			
	количество порошка, % к массе муки			
	0 (контроль)	2	4	6
Влажность, %	43,0	43,0	43,1	43,2
Кислотность, град.	2,3	2,4	2,5	2,6
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	320	328	334	342
Пористость, %	74	75	76	77
Сжимаемость, ед.пр.:				
$\Delta N_{пл}$	111,2	113,3	117,1	122,7
$\Delta N_{упр}$	101,0	107,1	109,0	112,4
$\Delta N_{общ}$	212,2	220,2	226,1	234,3



**Рисунок 3.** Балловая оценка качества хлебобулочных изделий  
**Figure 3.** Scoring the quality of bakery products

Из рисунка 3 следует, что все изделия имеют правильную форму, с глянцевой поверхностью корки и хорошо развитой тонкостенной пористостью. В пробах с 3-4% порошка из моркови окраска корки варьирует от золотистого до светло-коричневого, вкус и аромат – приятные, со слабовыраженным привкусом вносимого порошка. Цвет мякиша готовых изделий изменяется от светлого (контроль) до светло-оранжевого (4% порошка). С увеличением количества порошка до 6% снижается балловая оценка качества. У опытного образца наблюдается слегка неравномерная окраска корки, более интенсивный цвет мякиша и выраженный вкус и аромат порошка.

**Выводы.** По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Введение порошка из моркови в рецептуру хлебобулочных изделий в количестве от 2 до 6% к массе муки приводит к укреплению клейковинного каркаса теста и сокращению длительности процесса тестоведения.

2. При внесении порошка из моркови в количестве от 2 до 6% к массе муки в рецептуру хлебобулочных изделий повышаются их физико-химические, структурно-механические и органолептические показатели качества. Наилучшими потребительскими свойствами характеризуются изделия с порошком из моркови в количестве 4% к массе муки в рецептуре.

### Список литературы

1. Типсина Н. Н., Типсин Е. А. Использование порошка моркови в пищевой промышленности // Вестник КрасГАУ. 2014. № 4. С. 257–261.
2. Влияние морковно-паточного порошка на качество и пищевую ценность бисквитных полуфабрикатов / А. С. Джабоева, З. Х. Канлоева, З. А. Карачаева, Б. М. Шибзухова // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик. 2020. С. 29–32.
3. Созаева Д. Р., Канкулова Д. М. Применение порошка, полученного из створок зеленого горошка для производства хлебобулочных изделий // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли: материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2022. С. 33–36.
4. Жилова Р. М., Ширитова Л. Ж., Хатохов Д. М. Влияние порошка из мякоти плодов черемухи маголебской на органолептические и физико-химические показатели качества заварного пряника // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 1(27). С. 51–57.
5. Крайнова Ю. О., Копылова А. В., Сапожников А. Н. Использование свеклы и моркови в рецептурах мучных и хлебобулочных изделий // Наука. Технологии. Инновации: сборник научных трудов. 2018. С. 655–658.
6. Бугаева В. В., Чернопольская Н. Л. Влияние растительных добавок на качество хлебобулочных изделий // Перспективы производства продуктов питания нового поколения: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Омск. 2017. С. 275–278.
7. Ермаков Е. Е., Тоймбаева Д. Б., Булашев Б. К., Каманова С. Г., Муратхан М., Мурат Л. А., Оспанкулова Г. Х. Изучение биохимического состава овощей отечественной селекции // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2022. № 4-1 (115). С. 74–82.
8. Купин Г. А., Викторова Е. П., Алешин В. Н., Гораш Е. Ю., Великанова Е. В. Исследование качества безопасности и состава биологически активных веществ моркови // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 10. С. 39–42.
9. Старовойтов Р. В., Влащик Л. Г. Исследование моркови как источника необходимых нутриентов в технологии функциональных напитков // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГА: сборник статей по материалам научно-исследовательских работ. Краснодар. 2018. С. 103–106.

### References

1. Tipsina N.N., Tipsin E.A. The use of carrot powder in the food industry. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU]. 2014;(4):257–261. (In Russ.)
2. Influence of carrot-treacle powder on the quality and nutritional value of biscuit semi-finished products. Dzhaboeva A.S., Kanloeva Z.Kh., Karachaeva Z.A., Shibzukhova B.M. *Prioritetnyye napravleniya innovatsionnogo razvitiya sel'skogo khozyaystva* [Priority directions of innovative development of agriculture]: *materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Nalchik. 2020. Pp. 29–32. (In Russ.)

3. Sozaeva D.R., Kankulova D.M. The use of powder obtained from green pea leaves for the production of bakery products. *Aktual'nyye problemy tekhnologii produktov pitaniya, turizma i torgovli* [Actual problems of food technology, tourism and trade]: *materialy III Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Nalchik, 2022. Pp. 33–36. (In Russ.)

4. Zhilova R.M., Shiritova L.Zh., Khatokhov D.M. Influence of the breaking from the world of Magalebs on organoleptic and physino-chemical results of the world. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;1(27):51–57. (In Russ.)

5. Krainova Yu.O., Kopylova A.V., Sapozhnikov A.N. The use of beets and carrots in recipes for flour and bakery products. *Nauka. Tekhnologii. Innovatsii* [Nauka. Technologies. Innovations]: *sbornik nauchnykh trudov*. 2018. Pp. 655–658. (In Russ.)

6. Bugaeva V.V., Chernopolskaya N.L. Influence of vegetable additives on the quality of bakery products. *Perspektivy proizvodstva produktov pitaniya novogo pokoleniya* [Prospects for the production of new generation food products]: *materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem*. Omsk. 2017. Pp. 275–278. (In Russ.)

7. Ermekov E.E., Toymbaeva D.B., Bulashev B.K., Kamanova S.G., Muratkhan M., Murat L.A., Ospankulova G.Kh. The study of the biochemical composition of vegetables of domestic selection. *Herald of science of S. Seifullin Kazakh agro technical University*. 2022;4(1):74–82. (In Russ.)

8. Kupin G.A., Viktorova E.P., Alyoshin V.N., Gorash E.Yu., Velikanova E.V. Research of quality, safety and content of biologically active substances of carrot varieties. *Storage and processing of farm products*. 2015;(10):39–42. (In Russ.)

9. Starovoitov R.V., Vlashchik L.G. The study of carrots as a source of essential nutrients in the technology of functional drinks. *Vestnik nauchno-tehnicheskogo tvorchestva molodezhi Kubanskogo GA* [Bulletin of the scientific and technical creativity of the youth of the Kuban GA]: *sbornik statey po materialam nauchno-issledovatel'skikh rabot*. Krasnodar. 2018. Pp. 103–106. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Думанишева Залина Сафраиловна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 6709-7020, Author ID: 804880

**Доткулова Карина Хизировна** – магистрант направления подготовки 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»

#### Information about the authors

**Zalina S. Dumanisheva** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Public Catering and Chemistry, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 6709-7020, Author ID: 804880

**Karina Kh. Dotkulova** – Master's student of the Direction of Training 19.04.04 "Technology of Products and Organization of Public Catering", 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 16.02.2023;  
одобрена после рецензирования 10.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.

The article was submitted 16.02.2023;  
approved after reviewing 10.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.

Научная статья

УДК 664.661:634.74

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-150-158

## Изучение влияния растительной добавки из плодов облепихи на реологию теста и качество хлеба

Наталья Викторовна Сокол<sup>✉1</sup>, Надежда Сергеевна Санжаровская<sup>2</sup>

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Калинина, 13,  
Краснодар, Россия, 350044

<sup>✉1</sup>sokol\_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

<sup>2</sup>hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

**Аннотация.** Повышение качества продуктов питания предусматривает проведение научных изысканий, направленных на профилактику алиментарно-зависимых заболеваний и разработку технологий продуктов питания с направленным биологическим действием за счет использования природных ингредиентов. Массовость потребления хлеба дает основание рассматривать его, как продукт с исключительным потенциалом и значимостью для повышения качества питания и защиты организма от воздействий вредных факторов окружающей среды. В связи с этим целью исследований явилось изучение фракционного состава пектина в фитопорошке из плодов облепихи, оценка его влияния на реологию теста, показатели качества пшеничного хлеба, сорбционную способность и сроки хранения. В качестве объектов исследования использовали фитопорошок из плодов облепихи крушиновидной, пшеничную муку первого сорта, опытные образцы хлеба. Определен фракционный состав пектина в порошке облепихи – 2,2%. Установлено, что внесение порошка облепихи при замесе теста в количестве 2,3% увеличивает водопоглощительную способность, время замеса и разжижение теста. Показано, что внесение фитопорошка в дозировке 2,3% улучшает качественные характеристики хлеба, выработанного на выброженном дрожжевом полуфабрикате, и продлевает сроки хранения. Сорбционная способность хлеба с порошком облепихи превышала показатель контрольного образца в 4,7 раза и составила 187 мг Рb<sup>2+</sup>/г. Предложенная рецептура пшеничного хлеба с дозировкой 2% к массе муки позволяет получить качественный продукт, который благодаря сорбционной способности можно рекомендовать как продукт лечебно-профилактического назначения.

**Ключевые слова:** плоды облепихи, фитопорошок, пектин, мука, реология теста, дрожжевой полуфабрикат, качество хлеба, сорбционная способность

**Для цитирования.** Сокол Н. В., Санжаровская Н. С. Изучение влияния растительной добавки из плодов облепихи на реологию теста и качество хлеба // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 150–158.

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-150-158

Original article

## Study of the effect of a vegetable additive from sea buckthorn fruits on the rheology of dough and the quality of bread

Natalia V. Sokol<sup>✉1</sup>, Nadezhda S. Sanzharovskaya<sup>2</sup>

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinin Street, Krasnodar, Russia,  
350044

<sup>✉1</sup>sokol\_n.v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9051-8190>

<sup>2</sup>hramova-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8403-7892>

**Abstract.** Improving the quality of food provides for scientific research aimed at the prevention of alimentary-dependent diseases and the development of food technologies with a directed biological effect through the use of natural ingredients. The mass consumption of bread gives reason to consider it as a product with exceptional potential and significance for improving the quality of nutrition and protecting the body from the effects of harmful environmental factors. In this regard, the aim of the research was to study the fractional composition of pectin in phytopowder from sea buckthorn fruits, to assess its effect on the rheological characteristics of the dough, the quality of wheat bread, sorption capacity and shelf life. Phytopowder from buckthorn fruits; wheat flour of the first grade; experimental bread samples were used as objects of research. The fractional composition of pectin in sea buckthorn powder was determined – 2.2%. It was found that the introduction of sea buckthorn powder when kneading dough in an amount of 2-3% increases the water absorption capacity, kneading time and dough dilution. It is shown that the introduction of phytopowder in a dosage of 2.3% improves the quality characteristics of bread produced on fermented yeast semi-finished product and prolongs the shelf life. The sorption capacity of bread with sea buckthorn powder exceeded the indicator of the control sample by 4.7 times and amounted to 187mg Pb<sup>2+</sup>/g. The proposed recipe of wheat bread with a dosage of 2% by weight of flour allows you to get a high-quality product, which, thanks to the sorption ability, can be recommended as a therapeutic and prophylactic product.

**Keywords:** sea buckthorn fruits, phyto powder, pectin, flour, dough rheology, yeast semi-finished product, bread quality, sorption capacity

**For citation.** Sokol N.V., Sanzharovskaya N.S. Study of the effect of a vegetable additive from sea buckthorn fruits on the rheology of dough and the quality of bread. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2022;1(39):150–158. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-150-158

**Введение.** В современных условиях экологического кризиса большое внимание уделяется рациону питания человека. В рационе в обязательной форме должны содержаться биологически активные природные вещества, позволяющие повышать устойчивость организма к неблагоприятным условиям окружающей среды<sup>1</sup>.

В связи с этим актуальным направлением в инновационных технологиях хлебопекарной отрасли является использование растительного сырья для создания хлебобулочных изделий, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами [1, 2].

Практический интерес в производстве пищевых продуктов представляют фитопорошки, используемые в качестве пищевых добавок, с высоким содержанием биологически активных веществ, в том числе и пектиновых, способных связывать соли тяжелых металлов и радионуклидов, что очень важно

на современном этапе развития промышленности и сельского хозяйства [3–5].

Для расширения ассортимента фитопорошков на рынке пищевых добавок постоянно ведется поиск новых сырьевых ресурсов для их производства [6, 7]. Плоды облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.), произрастающие во многих регионах Российской Федерации, в том числе и Краснодарском крае, представляют интерес как сырье для производства фитопорошка, что обусловлено их химическим составом. Плоды облепихи богаты каротиноидами, флавоноидами, антоцианами, сахарами, органическими и аминокислотами, дубильными и пектиновыми веществами, фосфолипидами, макро- и микроэлементами.

С учетом проведенного анализа обозначенной проблемы целью исследований явилось изучение фракционного состава пектина в фитопорошке из плодов облепихи, оценка его влияния на реологию теста, показатели качества пшеничного хлеба, сорбционную способность и сроки хранения.

Для достижения цели были определены следующие задачи:

<sup>1</sup> Постановление Президиума РАН № 178 от 27.11.2018 г. «Об актуальных проблемах оптимизации питания населения России: роль науки». Москва, 2018. 8 с.

- получение фитопорошка из плодов облепихи крушиновидной и определение в нем содержания пектиновых веществ;
- изучение влияния порошка из плодов облепихи на реологию теста;
- разработка рецептуры и выбор технологии пшеничного хлеба с порошком из плодов облепихи;
- оценка качества готовых изделий и влияния вносимой добавки на сроки хранения;
- определение сорбционной способности хлеба.

**Методы и объекты исследования.** При проведении исследований были использованы общепринятые и специальные методы для оценки качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, регламентированные соответствующими ГОСТами. Реологические свойства теста изучали инструментальным методом на приборе фаринограф фирмы «Брабендер». Пробные лабораторные выпечки хлеба проводили на охлажденном дрожжевом полуфабрикате. Показатели качества хлебобулочных изделий: влажность определяли по ГОСТ 21094, пористость – ГОСТ 5669, кислотность – ГОСТ 5670. Определение общей, упругой и пластической деформации сжимаемости мякиша хлеба осуществляли на пенетромере АП-4/2. При определении пектиновых веществ в фитопорошке использовали кальций – пектатный метод. Сорбционную способность хлеба проводили по методике Пятигорского фармацевтического института.

Объектами исследований являлись пшеничная мука первого сорта, порошок из плодов облепихи крушиновидной, полуфабрикаты хлебопекарного производства, опытные образцы хлеба. Показатели качества муки представлены в таблице 1.

Как показывают данные таблицы 1, мука по физико-химическим показателям качества соответствовала требованиям ГОСТ 26574-2017.

Плоды облепихи крушиновидной для получения порошка предварительно высушивали в инфракрасной сушилке «Универсал – СД-4-40 R» при температуре 60°C в течение 20 мин. и затем измельчали на лабораторной мельнице.

Содержание пектиновых веществ (ПВ) в фитопорошке из плодов облепихи определяли кальций-пектатным методом в трех повторностях, данные отражены в таблице 2.

**Таблица 1.** Показатели качества муки, используемой в эксперименте  
**Table 1.** Indicators of the quality of flour used in the experiment

Наименование показателя	Опытный образец	Требования ГОСТ – 26574-2017
Массовая доля влаги, %	13,5±0,3	не более 15,0
Белизна, усл. ед. РЗ-БПЛ	53±1,0	не менее 36
Кислотность, град.	3,0±0,2	3,0
Содержание сырой клейковины, %	30,2±1,0	30,0
Показатель ИДК-ЗМ, ед. прибора	69±5,0	45-90
Газообразующая способность, см <sup>3</sup>	1200±25	-

**Таблица 2.** Количество пектиновых веществ в порошке из плодов облепихи  
**Table 2.** The content of pectin substances in the powder of sea buckthorn fruits

Номер пробы	Количество ПВ, %		
	растворимый пектин	протопектин	сумма пектиновых веществ
Проба 1	1,34	0,92	2,26
Проба 2	1,33	0,91	2,24
Проба 3	1,35	0,93	2,28
Среднее значение	1,34	0,92	2,26

Согласно данным таблицы 2, количество ПВ растворимой фракции пектина в порошке из плодов облепихи выше, чем в протопектиновой фракции почти в полтора раза, а суммарное количество пектина равно 2,26%, что дает основание принять решение об использовании фитопорошка в качестве добавки для производства хлеба с детоксикационными свойствами.

**Результаты исследования.** В технологии хлеба большое значение имеет поведение теста в процессе замеса (реологические свойства). Для изучения влияния порошка облепихи на реологию теста из пшеничной муки были выбраны дозировки 1, 2, 3% порошка к массе муки, используемой на замес теста. Исследования проводились инструментальным мето-

дом на приборе фаринограф фирмы «Брабендер». Фаринограммы контрольного и опытных образцов представлены на рисунках 1–4.

Во время проведения испытаний на фаринограммах отражаются показатели, такие как: development time – время образования теста; stability – стабильность теста; degree of

softening (10 min after begin) – степень разжижения теста через 10 минут после замеса; degree of softening (ICC / 12 min after max.) – степень разжижения через 12 минут; farinograph quality number – общая валориметрическая оценка (число качества).

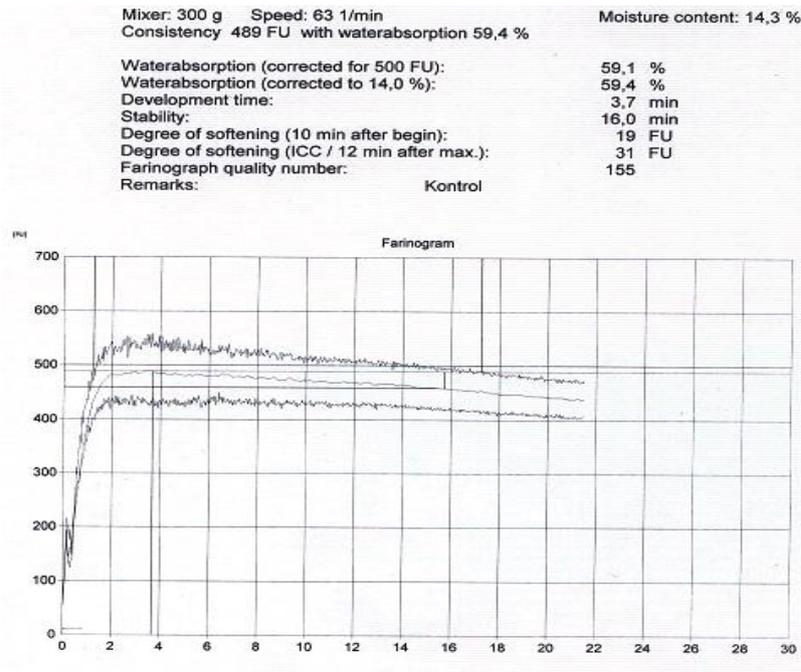


Рисунок 1. Реологические свойства теста – контрольный образец  
Figure 1. Reological properties of the dough

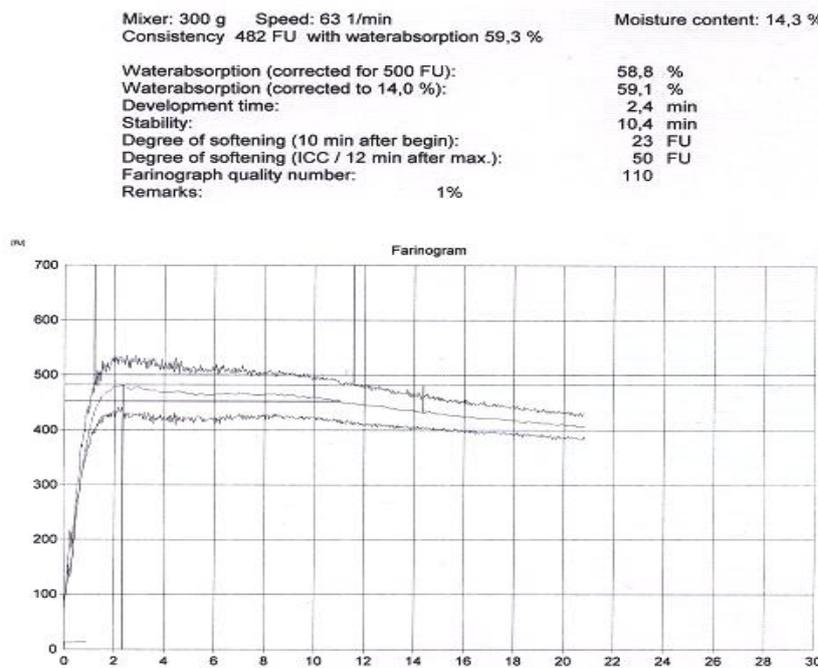
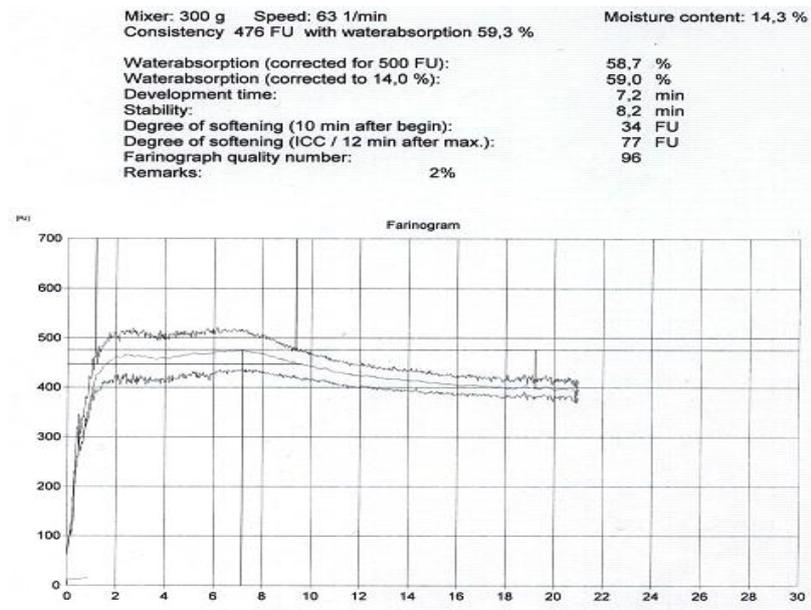
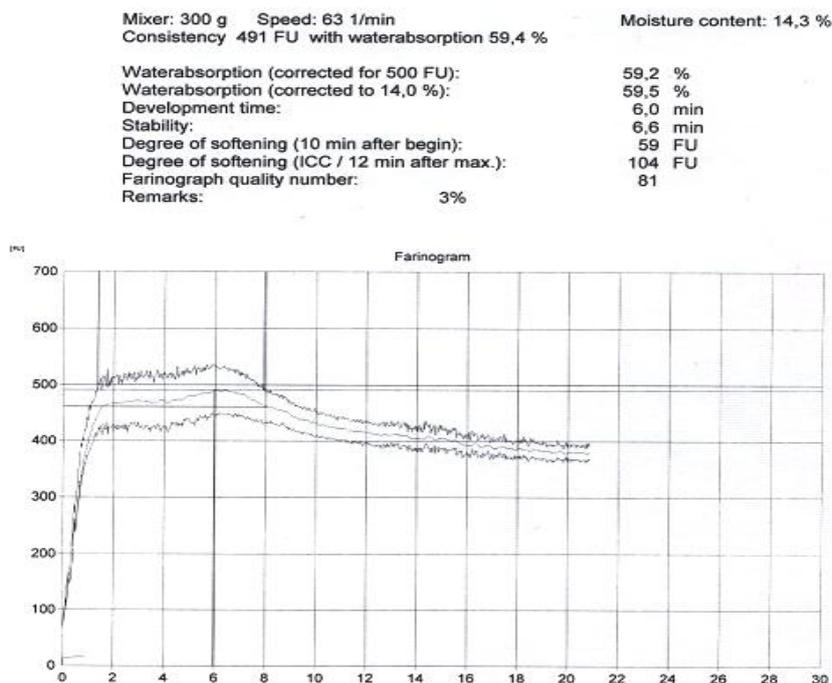


Рисунок 2. Влияние порошка облепихи на реологические свойства пшеничного теста (1% порошка)  
Figure 2. Influence of buckthorn powder on reological properties of wheat dough (1% powder)



**Рисунок 3.** Влияние порошка облепихи на реалогические свойства пшеничного теста (2% порошка)

**Figure 3.** Influence of buckthorn powder on realogical properties of wheat dough (2% powder)



**Рисунок 4.** Влияние порошка облепихи на реалогические свойства пшеничного теста (3% порошка)

**Figure 4.** Influence of buckthorn powder on realogical properties of wheat dough (3% powder)

На фаринограмме контрольного образца видно, что число качества образца имеет наибольшее значение 155 единиц прибора, что превышает этот показатель у опытных образцов, в которые вносился порошок облепихи.

После добавления 1% порошка облепихи при замесе теста число качества по фаринографу составило 110 единиц прибора. В этом случае наблюдалось и снижение водопоглотительной способности, сокращение времени

замеса и стабильности теста по сравнению с контролем.

В варианте, где добавляли 2% порошка облепихи из полученной фаринограммы видно, что водопоглотительная способность муки относительно контрольного образца не изменилась, при этом значительно увеличилось время замеса теста. Показатель стабильности теста сократился в 2 раза. Отмечено и увеличение показателя разжижения теста по сравнению с контрольным образцом в 2,5 раза.

При добавлении 3% порошка водопоглотительная способность осталась без изменений, время образования теста увеличилось по сравнению с контролем. Стабильность теста уменьшилась более чем в два раза, степень разжижения увеличилась в три раза, а число качества уменьшилось в два раза.

Полученные результаты дают основание говорить о том, что внесение добавки в виде порошка плодов облепихи расслабляет структуру клейковинных белков муки, что позволяет рекомендовать порошок облепихи к использованию при переработке муки с короткорвущейся клейковиной. При производстве хлеба с использованием облепихового порошка и муки стандартного качества необходимо использовать технологию, по-

зволяющую повысить начальную кислотность теста, что будет тормозить действие ферментов протеолиза и способствовать укреплению клейковинного каркаса. Поэтому было принято решение об использовании технологии замеса теста на охлажденном дрожжевом полуфабрикате (ОДП). Полуфабрикат готовился из муки, воды и 2/3 дрожжей по рецептуре с влажностью 48-50%, брожение проходило при температуре 20°C в течение 12-15 часов до достижения кислотности 3,5 град. На готовом полуфабрикате затем замешивали тесто с внесением оставшихся ингредиентов по рецептуре и порошка облепихи. Время брожения теста 30 минут. Внесение порошка облепихи при приготовлении хлеба способствовало получению изделий с более выпуклой верхней коркой, по сравнению с контрольным образцом, гладкой поверхностью, интенсивно окрашенной коричневой коркой, без уплотнений у боковых корок, с хорошо развитой равномерной тонкостенной пористостью, преобладанием средних и мелких пор с хорошей эластичностью. Хлеб с добавкой отличался улучшенным вкусом и ароматом. Результаты оценки качества опытных образцов хлеба приведены в таблице 3.

**Таблица 3.** Влияние порошка облепихи на качество хлеба, приготовленного на охлажденном дрожжевом полуфабрикате

**Table 3.** The effect of sea buckthorn powder on the quality of bread cooked on a chilled yeast semi-finished product

Показатели	Контроль	Дозировка добавки, % к массе муки		
		1	2	3
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100	308±10	321±12	338±10	319±10
Формоустойчивость, (H:D)	0,51±0,03	0,54±0,02	0,63±0,02	0,52±0,03
Влажность, %	43,7±0,5	42,7±0,7	42,5±0,7	42,9±0,5
Кислотность, град.	2,5±0,2	2,9±0,1	3,0±0,2	4,2±0,1
Пористость, %	70,0±0,6	71,0±0,5	73,0±0,7	72,0±0,6
Структурно-механические свойства мякиша, ед. пр. АП-4/2				
ΔN <sub>общ</sub>	72	102	131	96
ΔN <sub>пл</sub>	53	79	102	72
ΔN <sub>упр</sub>	21	22	29	16

Из данных, представленных в таблице 3, следует, что порошок облепихи положительно влияет на качество хлеба. Отмечено увеличение объема формовых изделий по срав-

нению с контролем на 8,6–14,3%, что можно объяснить пищевой ценностью плодов облепихи и созданием благоприятной питательной среды для брожения дрожжей. Формо-

устойчивость плодовых изделий увеличилась на 1,9–23,0%. Поэтому порошок облепихи рекомендуется в качестве добавки для выработки плодовых сортов хлеба.

Влажность относительно контроля уменьшилась в среднем на 2%. Кислотность увеличилась с повышением дозировки порошка на 0,4, 0,5 и 1,7 град. при добавлении 1, 2 и 3% порошка облепихи соответственно.

Общая сжимаемость мякиша хлеба с увеличением дозировок порошка возрастает, по сравнению с контролем, на 19,4–81,9%, наилучшее качество обеспечивается при внесении 2% добавки.

В ходе исследований было изучено влияние порошка облепихи на сохранение свежести хлебобулочных изделий. О свежести изделий судили по структурно-механическим свойствам мякиша, полученным через определенное время при хранении. Данные, полученные при исследовании, представлены в таблице 4.

По данным таблицы 4 можно сделать вывод, что внесение порошка облепихи способствует лучшему сохранению свежести хлебобулочных изделий. Общая сжимаемость мякиша хлеба с порошком облепихи в дозировках 1-3% через 24 часа после выпечки показала результаты, превышающие значения контрольного образца на 41,6, 81,9 и 33,3%, через 48 часов – на 31,4, 60,0 и 27,1%, через 72 часа – на 20,0, 47,6 и 7,6% соответ-

ственно. Полученные данные показывают целесообразность введения фитопорошка из плодов облепихи в количестве 2% в рецептуру пшеничного теста. В образце с оптимальными показателями качества была определена сорбционная способность [8]. Данные эксперимента представлены на рисунке 5.

Таблица 4. Структурно-механические свойства мякиша

Table 4. Structural and mechanical properties of crumb

Структурно-механические свойства мякиша, ед. пр. АП-4/2	Контроль	Дозировка порошка облепихи, % к массе муки		
		1	2	3
24 часа после выпечки				
$\Delta H_{\text{общ}}$	72	102	131	96
$\Delta H_{\text{пл}}$	53	79	102	72
$\Delta H_{\text{упр}}$	21	22	29	16
48 часов после выпечки				
$\Delta H_{\text{общ}}$	70	92	112	89
$\Delta H_{\text{пл}}$	51	68	83	67
$\Delta H_{\text{упр}}$	19	24	28	22
72 час после выпечки				
$\Delta H_{\text{общ}}$	65	78	96	70
$\Delta H_{\text{пл}}$	48	55	70	50
$\Delta H_{\text{упр}}$	16	23	25	20

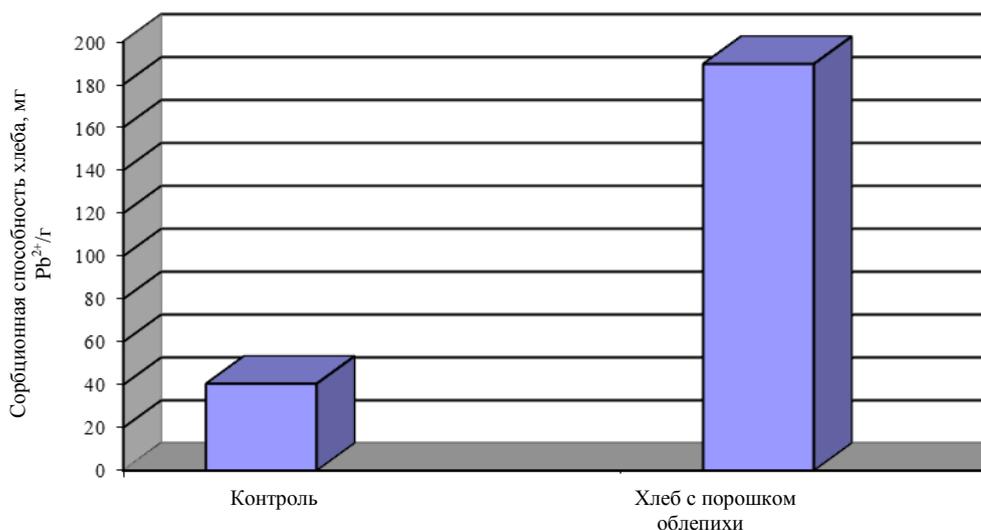


Рисунок 5. Сорбционная способность хлеба  
Figure 5. Sorption capacity of bread

Результаты показывают, что использование фитопорошка из плодов облепихи крушиновидной в технологии хлебобулочных изделий из дрожжевого теста придает готовой продукции детоксикационные свойства.

**Выводы.** На основании комплекса данных можно сделать заключение, что использование фитопорошка из плодов облепихи в коли-

честве 2% позволяет получить качественный хлеб, который благодаря сорбционной способности рекомендуется как продукт профилактического назначения. Кроме того, порошок облепихи имеет высокий потенциал для хлебопечения с позиции решения проблем отрасли, связанных с переработкой пшеничной муки с короткорвушейся клейковиной.

### Список литературы

1. Birch C.S., Bonwick G.A. Ensuring the future of functional foods // *International Journal of Food Science and Technology*. 2019. Vol. 54. № P. 1467–1485. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.
2. Сокол Н. В., Храмова Н. С., Ракова Ю. А. Роль пектиновых веществ в производстве продуктов питания лечебно-профилактического назначения // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. 2006. № 01 (017). С. 41–49. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/15.pdf>
3. Бисчочкова Ф. А., Штымова А. Х. Использование ягодных полуфабрикатов дикорастущих растений в производстве хлебобулочных изделий // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова*. 2021. № 1(31). С. 44–50.
4. Думанишева З. С., Джабоева А. С., Созаева Д. Р., Истригова Т. А. Химический состав и безопасность продуктов переработки дикорастущей мушмулы // *Проблемы развития АПК региона*. 2022. № 1(49). С. 129–135.
5. Крюкова Е. В., Пастушкова Е. В., Мысаков Д. С. Разработка мучных кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья // *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы*. 2016. № 1. С. 71–75.
6. Бориева Л. З. Влияние нетрадиционного сырья на качество хлеба и сохранение свежести в процессе его хранения // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова*. 2021. № 3(33). С. 41–45.
7. Donchenko L., Sokol N., Sanzharovskaya N., Khrapko O., Mikhaylova T. Functional role of pectin in the bakery. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 488(1). 012010. (2020) <https://doi.org/10.1088/1755-1315/488/1/012010>
8. Пат. 2445618 Российская Федерация, МПК G01N 33/02 Способ определения сорбционной способности хлеба, содержащего пектин / Н. В. Сокол, О. П. Храпко, Н. С. Храмова, Л. В. Донченко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет». № 2010146658/15; заявл. 16.11.2010; опубл. 20.03.2012. Бюл. № 8. 11 с.

### References

1. Birch C.S., Bonwick, G.A. Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science and Technology*. 2019;54(5):1467–1485. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.
2. Sokol N.V., Khramova N.S., Rakova Yu.A. The role of pectin substances in the production of food products for therapeutic and prophylactic purposes]. *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)*. 2006;01(017):41–49. Available from: <http://http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/15.pdf>. (In Russ.)
3. Bischokova F.A., Shtymova A.Kh. The use of berry semi-finished products of wild plants in the production of bakery products. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;1(31):44–50. (In Russ.)
4. Dumanicheva Z.S., Dzhaboieva A.S., Sozaeva D.R., Istrigova T.A. Chemical composition and safety of wild medar processing products. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2022;1(49):129–135. (In Russ.)
5. Kryukova E.V., Pastushkova E.V., Mysakov D.S. Development of pastry products using non-traditional raw materials. *Racional'noe pitanie, pishchevye dobavki i biostimulyatory*. 2016;(1):71–75. (In Russ.)
6. Borieva L.Z. The influence of non-traditional raw materials on the quality of bread and the preservation of freshness in the process of its storage. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2021;3(33):41–45. (In Russ.)

7. Donchenko L., Sokol N., Sanzharovskaya N., Khrapko O., Mikhaylova T. Functional role of pectin in the bakery. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 488(1). 012010. (2020) <https://doi.org/10.1088/1755-1315/488/1/012010>

8. Pat. 2445618 Russian Federation, MPK G01N 33/02 Method for determining the sorption capacity of bread containing pectin. N.V. Sokol, O.P. Khrapko, N.S. Khramova, L.V. Donchenko; applicant and patent holder Kuban State Agrarian University. No.2010146658/15; dec. 16. 11.2010; publ. 20.03.2012. Bul. No. 8. 11 p. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Сокол Наталья Викторовна** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», SPIN-код: 1488-4080, Author ID: 144392, Scopus ID: 57216852506, Researcher ID: ABC-7301-2021

**Санжаровская Надежда Сергеевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», SPIN-код: 4016-4986, Author ID: 176542, Scopus ID: 57217177533

#### Information about the authors

**Natalia V. Sokol** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, SPIN-code: 1488-4080, Author ID: 144392, Scopus ID: 57216852506, Researcher ID: ABC-7301-2021

**Nadezhda S. Sanzharovskaya** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Storage Technology and Processing of Plant Growing Products of Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, SPIN-code: 4016-4986, Author ID: 176542, Scopus ID: 57217177533

---

**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 21.02.2023;  
одобрена после рецензирования 10.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 21.02.2023;  
approved after reviewing 10.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*

Научная статья

УДК 663.31:663.256

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-159-164

## Изменение физико-химических показателей яблочного игристого вина при хранении

Мадина Борисовна Хоконова<sup>✉1</sup>, Алим Борисович Хоконов<sup>2</sup>

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

<sup>✉1</sup>dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

<sup>2</sup>alimkhokonov@mail.ru

**Аннотация.** Данная работа посвящена определению физико-химических показателей свежеприготовленных виноматериалов и яблочного игристого вина при различных сроках хранения. В качестве объектов исследований служили яблоки летних сроков созревания сортов – Мелба, Пепин шафранный, Фортуна, Белое солнце, яблочный виноматериал и готовое игристое вино. Исследованию подвергали 2 типа игристых вин: яблочное игристое легкое со спиртуозностью 6–9% об. и яблочное игристое 10% об. Вино хранили при температуре 8–10°C в течение года. Образцы яблочного игристого вина готовили из виноматериалов яблок урожая 2021 и 2022 гг. Определено, что при хранении сброженных соков в течение года наблюдалось некоторое снижение величины окислительно-восстановительного потенциала; в процессе вторичного брожения материалов также происходило его снижение во всех образцах. Установлено, что в процессе вторичного брожения увеличивается содержание глицерина во всех образцах независимо от срока приготовления виноматериала. Одним из важных факторов в определении качества яблочного игристого вина является его стойкость при хранении. Содержание высших спиртов, глицерина, 2,3-бутиленгликоля и летучих кислот в течение 3 месяцев хранения существенно не изменилось. Дегустация образцов игристого сидра после 3 месяцев хранения показала, что все образцы хорошо сохранили исходные вкусовые качества, аромат и внешний вид. Наиболее высокую оценку получили образцы из Мелбы и Фортуны.

**Ключевые слова:** яблоки, сорта, сырье, виноматериал, вино, срок хранения, состав, качество

**Для цитирования.** Хоконова М. Б., Хоконов А. Б. Изменение физико-химических показателей яблочного игристого вина при хранении // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 1(39). С. 159–164. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-159-164

Original article

## Changes in the physico-chemical parameters of apple sparkling wine during storage

Madina B. Khokonova<sup>✉1</sup>, Alim B. Khokonov<sup>2</sup>

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

<sup>✉1</sup>dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

<sup>2</sup>alimkhokonov@mail.ru

**Abstract.** This work is devoted to the determination of the physicochemical parameters of freshly prepared wine materials and apple sparkling wine at various periods of storage. The objects of research were apples of summer ripening varieties – Melba, Pepin saffron, Fortuna, White Sun, apple wine material and ready-made sparkling wine. 2 types of sparkling wines were subjected to the study: apple sparkling light with an alcohol content of 6–9% vol. and apple sparkling 10% vol. The wine was stored at a temperature of 8–10°C for a year. Samples of apple sparkling wine were prepared from the wine materials of apples harvested in 2021 and 2022. It was determined that during the storage of fermented juices during the year there was a slight decrease in the value of the redox potential; in the process of secondary fermentation of materials, it also decreased in all samples. It has been established that in the process of secondary fermentation, the content of e-glycerin in all samples increases, regardless of the period of preparation of the wine material. One of the important factors in determining the quality of apple sparkling wine is its shelf life. The content of higher alcohols, glycerol, 2,3-butylene glycol and volatile acids did not change significantly during 3 months of storage. Tasting samples of sparkling cider after 3 months of storage showed that all samples retained well the original taste, aroma and appearance. Samples from Melba and Fortuna received the highest rating.

**Keywords:** apples, varieties, raw materials, wine material, wine, shelf life, composition, quality

**For citation.** Khokonova M.B., Khokonov A.B. Changes in the physico-chemical parameters of apple sparkling wine during storage. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):159–164. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-159-164

**Введение.** Пищевая и перерабатывающая промышленность – одна из ведущих отраслей промышленности Кабардино-Балкарской Республики. Яблоня является основной плодовой культурой в нашей республике, на нее приходится до 80% площадей плодовых насаждений. Большая часть плодов яблок до 90% подвергается хранению и до 10% урожая этой культуры используется для производства различных продуктов переработки. Часть, идущая на переработку, представлена соками, яблочным уксусом, а на долю игристого вина приходится всего несколько процентов.

Исследования были направлены на изучение этих важнейших вопросов переработки сырья и хранения произведенной продукции, чем и определяется их актуальность.

**Цель исследования** – определение физико-химических показателей свежеприготовленных виноматериалов и яблочного игристого вина при различных сроках хранения.

**Материалы, методы и объекты исследования.** Исследования проводились в условиях ООО «Эльбрус Спиритс» и на кафедре «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Кабардино-Балкарского ГАУ в 2021–2022 гг.

В качестве объектов исследований служили яблоки летних сроков созревания сортов – Мелба, Пепин шафранный, Фортуна, Белое солнце, яблочный виноматериал и готовое игристое вино.

Для анализа были использованы свежеприготовленные материалы с величиной окислительно-восстановительного потенциала (ОВ-потенциала) 345–401 мВ.

Исследованию подвергали 2 типа игристых вин: яблочное игристое легкое со спиртуозностью 6–9% об. и яблочное игристое 10% об. Вино хранили при температуре 8–10°C в течение года. Образцы вина в процессе хранения анализировали по ряду основных показателей. Химический состав и качество плодов определяли по общепринятым методикам [1, 2].

Образцы яблочного игристого вина готовили из виноматериалов яблок урожая 2021 и 2022 гг.

Сырье и готовые напитки оценивали в соответствии с ГОСТ 27572-87 «Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия» и ГОСТ Р 58013-2017 «Напитки винные фруктовые. Общие технические условия»<sup>1,2</sup>.

**Результаты исследования.** При хранении сброженных соков в течение года наблюда-

<sup>1</sup> ГОСТ Р 58013-2017 «Напитки винные фруктовые. Общие технические условия». М.: Стандартинформ, 2017. 15 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 27572-2017 «Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2017. 16 с.

лось некоторое снижение величины ОВ-потенциала; в процессе вторичного брожения материалов также происходило снижение ОВ-потенциала во всех образцах. В винах, приготовленных из свежих сброженных соков, ОВ-потенциал снизился на 38-106 мВ, в

винах из материалов после 6 месяцев хранения – на 24-38 мВ, а после года хранения еще на 20-28 мВ.

Титруемая кислотность в процессе вторичного брожения снизилась в отдельных образцах на 15-30% по сравнению с исходной (табл. 1).

**Таблица 1.** Физико-химические показатели свежеприготовленных виноматериалов  
**Table 1.** Physical and chemical parameters of freshly prepared wine materials

Сорт	Спирт, % об.	ОВ-потенциал, мВ	Титруемая кислотность, г/л	рН	Летучие кислоты, г/л	Ацетальдегид, мг/л	Высшие спирты, мг/л	Метанол, мг/л	Глицерин, г/л	Средние эфиры, г/л	SO <sub>2</sub> , общий, мг/л	SO <sub>2</sub> , свободный, мг/л
Мелба: виноматериал	6,3	402	11,07	3,15	0,20	63,4	166	0,100	–	0,119	101,2	11,6
вино	10,7	319	8,91	3,33	0,12	40,0	224	0,047	5,41	0,237	23,8	4,8
Пепин шафранный: виноматериал	6,1	387	9,08	3,28	0,37	120,0	199	0,065	–	0,116	179,3	7,1
вино	10,7	279	6,23	3,58	0,14	76,0	256	0,040	4,48	0,201	64,1	3,9
Фортуна: виноматериал	6,2	393	9,48	3,35	0,19	36,8	180	0,130	–	0,138	62,3	7,8
вино	10,6	313	7,15	3,05	0,07	30,0	304	0,055	4,45	0,265	19,3	4,7
Белое солнце: виноматериал	5,4	345	8,55	3,40	0,22	40,8	186	0,095	–	0,144	75,0	10,3
вино	9,8	305	7,24	3,54	0,12	35,8	348	0,047	5,63	0,232	19,3	4,2

Также наблюдалось некоторое повышение значения рН, несмотря на высокую буферность сброженных соков.

В процессе вторичного брожения отмечено значительное снижение содержания сернистой кислоты как общей, так и свободной, в среднем на 70%.

Среди вторичных продуктов спиртового брожения особого внимания заслуживают такие вещества, как глицерин, уксусный альдегид, летучие кислоты, высшие спирты, эфиры и другие соединения, которые определяют сложную гамму вкуса и букета вина [2, 3].

Глицерин является наиболее распространенной после воды и спирта составной частью вина и играет определенную роль в формировании вкуса вина, придавая ему своеобразную мягкость. В процессе вторичного брожения было отмечено увеличение содержания глицерина во всех образцах на

0,95-3,35 г/л независимо от срока изготовления виноматериала (табл. 2).

Параллельно с глицерином в ходе глицеро-пировиноградного брожения происходит образование ацетальдегида. Проведенные нами исследования вторичного брожения показали, что в случае использования свежих виноматериалов во всех образцах отмечено снижение содержания общего ацетальдегида.

В результате вторичного брожения опытных образцов виноматериалов трех сроков хранения отмечено уменьшение содержания летучих кислот на 0,04-0,23 г/л. Это связано с процессом этерификации во время брожения. Считается, что энзиматическая этерификация приводит к образованию эфиров, главным образом уксусно-этилового. Во всех исследованных образцах игристых вин отмечено довольно значительное увеличение суммарного содержания эфиров по сравнению с исходным их содержанием в винома-

териалах, причем независимо от помологического сорта яблок и продолжительности хранения виноматериалов. Установлено, что увеличение в процессе вторичного брожения

количества средних эфиров на 0,20-0,28 г/л положительно сказывается на вкусе игристого вина [2, 4, 5].

**Таблица 2.** Изменение физико-химических показателей яблочного игристого вина при хранении  
**Table 2.** Changes in the physicochemical parameters of apple sparkling wine during storage

Показатели	Хранение, мес.	Яблоки урожая 2021 г.				Яблоки урожая 2022 г.			
		Мел-ба	Пепин шафран-ный	Фортуна	Белое солнце	Мел-ба	Пепин шафран-ный	Фортуна	Белое солнце
Высшие спирты, мг/л	–	365	375	300	254	485	410	417	385
	6	365	365	300	255	475	390	405	375
	12	265	280	–	210	350	280	370	240
2,3-бутиленгликоль, г/л	–	0,60	0,65	0,64	0,61	0,48	0,49	0,47	0,45
	6	0,60	0,64	0,63	0,60	0,48	0,50	0,50	0,46
	12	0,59	0,55	–	0,55	0,49	0,51	0,49	0,46
Глицерин, г/л	–	5,95	5,90	6,75	5,80	5,0	5,70	4,80	5,10
	6	5,92	5,82	6,08	5,62	4,92	5,65	4,70	5,15
Летучие кислоты, г/л	–	0,16	0,23	0,23	0,16	0,17	0,13	0,12	0,17
	6	0,20	0,32	0,25	0,30	0,23	0,24	0,18	0,24
Ацетальдегид, мг/л	–	50,0	96,2	87,5	54,1	32,0	43,0	45,0	36,0
	6	53,8	86,2	61,6	51,2	23,0	41,0	41,0	32,0
Высшие альдегиды, мг/л	–	–	–	–	–	7,8	7,0	3,0	4,0
	6	–	–	–	–	2,0	1,0	–	1,0
Титруемая кислотность, г/л	–	10,28	10,13	9,33	9,44	8,51	8,58	8,64	7,84
	6	9,78	9,11	8,82	9,11	8,35	7,69	8,09	6,13
	12	8,98	8,15	–	7,61	8,10	7,00	7,75	6,42
рН	–	3,22	3,25	3,22	3,25	3,05	3,20	3,17	3,20
	6	3,26	3,27	3,24	3,26	3,12	3,26	3,20	3,26
	12	3,31	3,40	–	3,38	3,18	3,34	3,30	3,40
ОВ-потенциал, мВ	–	365	355	356	359	425	393	386	417
	6	396	339	322	316	407	362	366	405
	12	361	361	–	340	419	396	371	418
Цветность, ед. опт. плот. при $\lambda=400$ нм	–	0,32	0,46	0,42	0,50	0,38	0,42	0,38	0,41
	6	0,43	0,50	0,45	0,55	–	–	–	–
	12	0,61	0,62	–	0,61	0,71	0,52	0,44	0,71
Сернистая кислота общая, мг/л	–	34,7	123,0	–	115,0	39,7	49,6	69,1	47,4
	6	68,5	102,6	–	90,0	–	–	–	–
	12	34,6	59,6	–	51,4	12,2	29,4	53,8	17,0
Сернистая кислота свободная, мг/л	–	6,5	7,4	–	9,2	7,6	8,9	15,4	6,4
	6	6,4	6,7	–	7,7	–	–	–	–
	12	2,6	3,8	–	3,8	1,9	3,2	5,1	2,6

Среди побочных продуктов при вторичном брожении образуются высшие спирты, которые также играют определенную роль в формировании вкуса и аромата готового продукта. Высшие спирты образуются в результате дезаминирования или переаминирования некоторых аминокислот с после-

дующим их декарбоксилированием и восстановлением образовавшихся кетокислот в соответствующие спирты, что, естественно, связано с белковым метаболизмом в дрожевой клетке. Наряду с этим было установлено образование высших спиртов из углеводов. Содержание метанола, фенольных

веществ в процессе вторичного брожения снижалось независимо от продолжительности хранения виноматериалов [6].

Одним из важных факторов в определении качества яблочного игристого вина является его стойкость при хранении [7].

Содержание высших спиртов, глицерина, 2,3-бутиленгликоля и летучих кислот в течение 3 месяцев хранения существенно не изменилось.

Дегустация образцов игристого сидра после 3 месяцев хранения показала, что все образцы хорошо сохранили исходные вкусовые качества, аромат и внешний вид [8]. Наиболее высокую оценку получили образцы из Мелбы и Фортуну.

Из полученных данных видно, что содержание этилового спирта, глицерина и 2,3-бутиленгликоля во всех образцах вина после 12 месяцев хранения существенно не изменилось. Содержание летучих кислот после 6 месяцев хранения увеличилось на 0,04-0,14 г/л, а ацетальдегида – несколько снизилось.

**Выводы.** Дегустация образцов яблочного игристого вина после 6 месяцев хранения показала, что во всех образцах сохранился

хорошо выраженный вкус и аромат, свойственный данному сорту свежих яблок. Все образцы были совершенно прозрачными, имели хорошие пенистые и игристые свойства. Наиболее высокую оценку получили образцы вина из Мелбы и Фортуну. Изменение ОВ-потенциала свидетельствует о протекании в вине окислительно-восстановительных процессов, причем в первые 6 месяцев хранения преобладали восстановительные процессы, и ОВ-потенциал снизился в среднем на 20-30 мВ. В последующем ОВ-потенциал увеличился. Во второй половине всего периода хранения вина имели место реакции конденсации продуктов окисления полифенолов, так как оптическая плотность всех образцов вина значительно повысилась. Таким образом, проведенные исследования показали, что закономерности биохимических превращений для вин, приготовленных из сидровых материалов с различным сроком хранения, были в основном одинаковы. Установлено, что из сидровых материалов после 6 и 12 месяцев хранения могут быть получены качественные игристые вина.

#### Список литературы

1. Белокурова Е. С. Биотехнология продуктов брожения: учебное пособие. Санкт-Петербург: СПбГТЭУ, 2015. 64 с.
2. Вечер А. С. Сидры и яблочные игристые вина. Москва: Пищевая промышленность, 1976. 135 с.
3. Хоконова М. Б., Абдулхаликов Р. З. Современные способы хранения плодоовощной продукции: учебное пособие. Нальчик: Принт Центр, 2016. 124 с.
4. Хоконова М. Б., Машуков А. О. Изучение химического состава и продуктов окисления яблок в условиях регулируемой атмосферы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2020. № 3(29). С. 17–21.
5. Хоконова М. Б., Машуков А. О. Определение интенсивности дыхания плодов и овощей // Биология в сельском хозяйстве. 2018. № 3. С. 16–19.
6. Хоконова М. Б., Хоконов А. Б. Оценка качественных показателей яблок для производства сидровых виноматериалов // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженному деятелю науки РФ, КБР, Республики Адыгея профессора Б. Х. Фиапшеву. Нальчик, 2021. С. 76–79.
7. Романова Е. В., Введенский В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учебное пособие. Москва: Российский университет дружбы народов, 2012. 188 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru>
8. Современные технологии хранения и переработки плодоовощной продукции: научный аналитический обзор / Л. А. Неменуца, Н. М. Степанищева, Д. М. Соломатин. Москва: ФГНУ «Росинформротех», 2009. 172 с.

#### References

1. Belokurova E.S. *Biotekhnologiya produktov brozheniya* [Technology of storage and processing of crop products]: *uchebnoe posobie*. Saint Petersburg: SPbGTEU, 2015. 64 p. (In Russ.)

2. Vecher A.S. *Sidry i jablochnye igrystye vina* [Ciders and apple sparkling wines]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1976. 135 p. (In Russ.)
3. Khokonova M.B., Abdulkhalikov R.Z. *Sovremennye sposoby hraneniya plodoovoshhnoy produkcii* [Modern ways of storing fruits and vegetables]: *uchebnoe posobie*. Nalchik: Print Centr, 2016. 204 p. (In Russ.)
4. Khokonova M.B., Mashukov A.O. Study of apple's chemical composition and oxidation products in conditions of a regulated atmosphere. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2020;3(29):17–21. (In Russ.)
5. Khokonova M.B., Mashukov A.O. Determination of intensity of breathing of fruits and vegetables. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology]. 2018;3(20):16–19. (In Russ.)
6. Khokonova M.B., Khokonov A.B. Assessment of quality indicators of apples for the production of cider wine materials. *Sel'skokhozyaistvennoye zemlepol'zovaniye i prodovol'stvennaya bezopasnost'* [Agricultural land use and food security]: *materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Nalchik, 2021. Pp. 76–79. (In Russ.)
7. Romanova E.V., Vvedenskij V.V. *Tekhnologiya hraneniya i pererabotki produkcii rastenievodstva*. [Technology of storage and processing of crop products]. Moscow: Rossijskij universitet druzhby narodov, 2012. 188 p. Available from: <http://biblioclub.ru> (In Russ.)
8. Nemenushaya L.A., Stepanischeva N.M., Solomatin D.M. *Sovremennye tekhnologii hraneniya i pererabotki plodoovoshhnoy produkcii* [Modern technologies for storage and processing of fruit and vegetable products]: *nauchnyy analiticheskij obzor*. Moscow: Rosinformagrotekh, 2009. 172 p. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Хоконова Мадина Борисовна** – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

**Хоконов Алим Борисович** – аспирант кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», Author ID: 1153164

#### 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-код: 4098-3325, Author ID: 467141, Scopus ID: 57203266828

**Alim B. Khokonov** – Postgraduate student of the Department of Technology Production and Processing of Agricultural product, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Author ID: 1153164

---

**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 14.02.2023;  
одобрена после рецензирования 10.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.

The article was submitted 14.02.2023;  
approved after reviewing 10.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.

Научная статья

УДК 664.68:637.413/.414

doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-165-171

## Влияние меланжа на качество бисквитного теста

Лариса Жантемировна Ширитова<sup>✉1</sup>, Рита Мухамедовна Жилова<sup>2</sup>

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

<sup>✉1</sup>l.shiritova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7598-6550>

<sup>2</sup>r.zilova@list.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3130-5532>

**Аннотация.** В статье приведены результаты, полученные при исследовании влияния меланжа на качество бисквитного теста. Выявлено, что пенообразующая способность меланжа существенным образом зависит от его вязкости – чем выше значение вязкости, тем ниже его пенообразующая способность и выше устойчивость пены. При вязкости меланжа 3,9-10,2 Па·с плотность сбитой яично-сахарной массы равна 400-445 кг/м<sup>3</sup>. При большой вязкости меланжа, когда влага в наибольшей степени связана с яичной массой, жидкая фаза отслаивается в сравнительно небольших количествах – до 10,0%. При уменьшении вязкости меланжа наблюдается тенденция к увеличению пенообразующей способности, но количество отслоившейся жидкой фазы существенно возрастает. Анализ качества бисквитного теста по его плотности и внешнему виду показал, что хорошо сбитое пышное тесто получается при использовании меланжа вязкостью 2,8-3,0 Па·с. В этом случае плотность теста составляет в среднем 463 кг/м<sup>3</sup>. Установлено, что оптимальной температурой меланжа при его сбивании следует считать 10-20°C. Сбивание меланжа при низких температурах приводит к увеличению продолжительности этого процесса, а подогрев до температуры 45°C интенсифицирует процесс сбивания, но это связано с дополнительной затратой времени на его разогревание.

**Ключевые слова:** бисквитное тесто, меланж, пенообразующая способность, вязкость, плотность

**Для цитирования.** Ширитова Л. Ж., Жилова Р. М. Влияние меланжа на качество бисквитного теста // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. 1(39). С. 165–171. doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-165-171

Original article

## Influence of melange on the quality of biscuit dough

Larisa Zh. Shiritova<sup>✉1</sup>, Rita M. Zhilova<sup>2</sup>

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

<sup>✉1</sup>l.shiritova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7598-6550>

<sup>2</sup>r.zilova@list.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3130-5532>

**Abstract.** The article presents the results obtained in the study of the effect of melange on the quality of biscuit dough. It is revealed that the foaming ability of the melange significantly depends on its viscosity – the higher the viscosity value, the lower its foaming ability and the higher the foam stability. When the viscosity of the melange is 3.9-10.2 Pa·s, the density of the whipped egg-sugar mass is 400-445 kg/m<sup>3</sup>. With a high viscosity of the melange, when moisture is most associated with the egg mass, the liquid phase exfoliates in relatively small amounts – up to 10.0%. With a decrease in the viscosity of the melange, there is a tendency to increase the foaming ability, but the amount of the exfoliated liquid phase increases significantly. An analysis of the quality of the biscuit dough by its density and appearance showed that a well churned fluffy dough is obtained when using a melange with a viscosity of 2.8-3.0 Pa·s. In this case, the density of the material is on average 463 kg/m<sup>3</sup>.

It is established that the optimal temperature of the melange when it is churned down should be considered 10-20°C. Melange churning at low temperatures leads to an increase in the duration of this process, and heating to a temperature of 45°C intensifies the churning process, but this is due to the additional time spent on warming it up.

**Keywords:** biscuit dough, melange, foaming ability, viscosity, density

**For citation:** Shirinova L.Zh., Zhilova R.M. Influence of melange on the quality of biscuit dough. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;1(39):165–171. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-1-39-165-171

**Введение.** Мучные кондитерские изделия являются сложными многокомпонентными системами, в состав которых входят жидкие, твердые и газообразные вещества. При их производстве используется сырье, разнообразное по свойствам и химическому составу. От их концентрации и структурообразования зависит консистенция теста [1, 2].

В настоящее время для приготовления тортов и пирожных широкое распространение получил бисквитный полуфабрикат. По структуре бисквитное тесто – это пенная система, представляющая высококонцентрированную дисперсию воздуха в среде из яйцепродуктов, сахара и муки. Значительное количество воздушной фазы является важной качественной характеристикой бисквитного теста [3, 4]. Качество бисквита зависит также от толщины стенок пор и физико-механических свойств мякиша, из которого образованы межпоровые стенки [5, 6]. Реологические характеристики находятся в прямой зависимости от внутренней структуры вещества, изменение которой в технологическом процессе приводит к изменению реологических параметров [3].

Одним из основных видов сырья в производстве бисквита являются яйцепродукты – свежие яйца или меланж – замороженная и дефростированная смесь содержимого яиц без скорлупы [6, 7].

Использование натуральных яичных продуктов существенно усложняет организацию производства продукции, резко увеличивает микробиологическую опасность, в то время как применение дефростированного меланжа позволяет исключить ряд операций и существенно упростить процесс [7, 8].

**Целью исследования** явилось изучение влияния дефростированного меланжа на качество бисквитного теста.

**Материалы, методы и объекты исследования.** В работе использовали общепринятые методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Определение плотности пены и теста осуществлялось по ГОСТ 24104<sup>1</sup>. Определение пористости – по ГОСТ 5669<sup>2</sup>.

**Результаты исследования.** Качество меланжа определяется по конкретным физико-химическим показателям – влажности, кислотности, содержанию жира и т. д.

Однако этих показателей недостаточно для характеристики качества такого сложного по своей структуре продукта, каким является яичный меланж.

При замораживании меланжа в структурах желтка и белка происходят изменения, которые при дефростации не восстанавливаются до первоначальных показателей.

Дефростированный меланж может постепенно восстановить первоначальную вязкость, которая была свойственна продукту до обработки. Изменение вязкости смеси белков и желтков может стать необратимым, без последующего восстановления первоначальных свойств в течение длительного времени, при слишком интенсивном механическом воздействии на нее.

<sup>1</sup> ГОСТ 24104-2001. Весы лабораторные. Общие технические требования. Введ. 01.07.2002. Москва: Стандартинформ, 2007. 4 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 5669-96 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. Введ. 08.01.1997. Москва: Стандартинформ, 2006. 3 с.

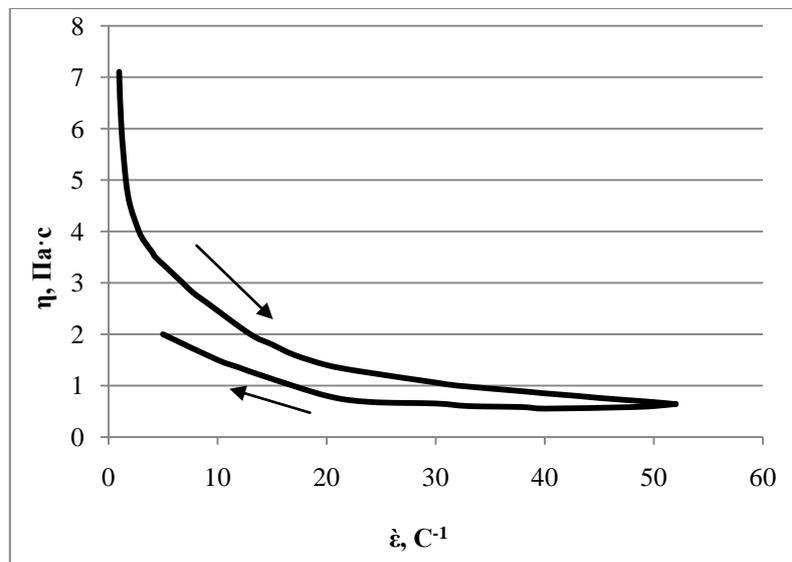
На вязкость меланжа влияют условия, при которых проводится приготовление яичной массы, замораживание, хранение и дефростация.

Получение однородной структуры при полной дефростации меланжа возможно лишь при условии постепенного повышения температуры в течение длительного времени. Однородность консистенции размороженного меланжа является весьма важным фактором при производстве бисквитного полуфабриката.

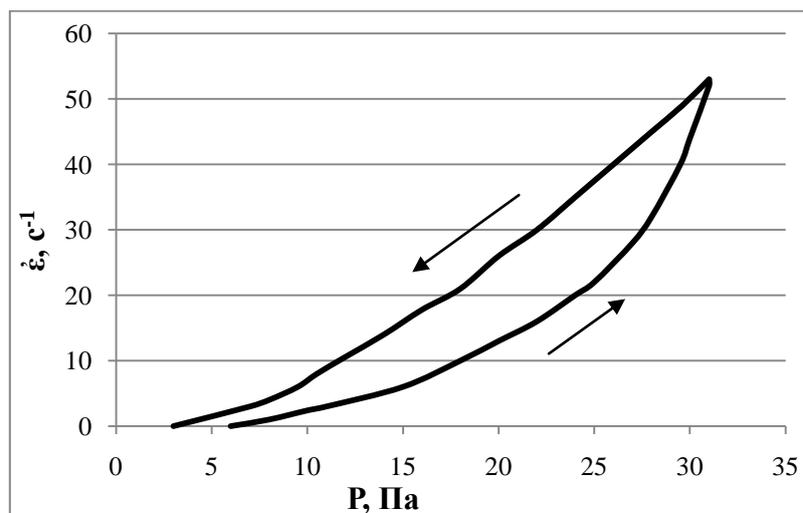
Структурную вязкость меланжа характеризует кривая зависимости изменения вязкос-

ти от его градиента скорости (рис. 1). Установлено, что меланж обладает свойством тиксотропного превращения, но в связи с частично необратимым процессом разрушения структуры упрочнение ее в процессе тиксотропии не является полным.

При построении кривой зависимости градиента скорости от напряжений получаются гистерезисные петли (рис. 2), которые характеризуют степень тиксотропии. Как видно из рисунка, происходит довольно существенное разрушение структуры меланжа.



**Рисунок 1.** Зависимость вязкости меланжа от градиента скорости при температуре 20°C  
**Figure 1.** Dependence of the viscosity of the melange on the velocity gradient at a temperature of 20°C



**Рисунок 2.** Зависимость градиента скорости меланжа от напряжения сдвига при прямом и обратном опытах  
**Figure 2.** Dependence of the melange velocity gradient on the shear stress in forward and reverse experiments

Установлено, что меланж является коагуляционной структурированной системой. Подтверждением коагуляционной структуры меланжа служит явление синерезиса, наблюдаемое при его замораживании.

В таблице 1 приведены результаты исследования влияния вязкости меланжа на качество сбитой яично-сахарной массы и теста.

**Таблица 1.** Результаты исследования влияния вязкости меланжа на качество сбитой яично-сахарной массы и теста  
**Table 1.** Results of the study of the effect of the viscosity of melange on the quality of the whipped egg-sugar mass and dough

Характеристика меланжа			Характеристика сбитой массы теста		
вязкость, Па·с	влажность, %	pH	количество жидкой фазы, отслоившейся за 3 ч, %	плотность сбитой яично- сахарной массы, кг/м <sup>3</sup>	плотность теста, кг/м <sup>3</sup>
10,2	71,0	7,8	0	445	547
6,0	72,6	8,0	5,8	430	530
5,9	73,0	8,1	5,5	418	533
5,5	72,4	7,6	5,5	420	520
5,3	73,0	8,0	5,4	416	510
5,0	73,6	7,8	10,5	420	510
4,2	73,4	7,8	10,0	400	520
4,1	72,8	7,7	9,0	400	520
4,0	73,0	8,0	8,8	400	510
3,9	74,0	7,7	8,5	400	515
3,0	73,6	8,0	18,4	370	480
3,0	74,0	8,0	18,0	375	475
3,0	73,0	7,3	23,6	370	460
3,0	73,0	7,8	20,0	375	476
2,9	73,4	7,5	22,4	370	450
2,8	74,8	7,7	20,0	368	445
2,8	75,0	7,3	20,0	370	467
2,8	75,0	7,5	21,5	375	480
1,8	76,0	8,0	41,0	360	515
1,7	75,0	7,6	40,5	350	520
1,7	78,0	7,9	35,3	347	535
1,5	76,0	7,5	38,4	343	540
1,1	76,5	8,0	37,6	340	540

Примечание:  $\varepsilon=5,0 \text{ с}^{-1}$ , температура 20°C

Для определения пенообразующей способности использовали соотношение меланжа и сахара по рецептуре бисквита основного (Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания, 1986; рецептура № 1). В течение 4 мин производили сбивание этой смеси при частоте вращения сбивального

органа 800 об/мин. Затем определяли плотность и устойчивость к расслоению полученной массы.

Пенообразующая способность меланжа существенным образом зависит от его вязкости – чем выше значение вязкости, тем ниже его пенообразующая способность и выше устойчивость пены.

При вязкости меланжа 3,9-10,2 Па·с плотность сбитой яично-сахарной массы равна 400-445 кг/м<sup>3</sup>. При большой вязкости меланжа, когда влага в наибольшей степени связана с яичной массой, жидкая фаза отслаивается в сравнительно небольших количествах – до 10,0%.

При вязкости 2,8-3,0 Па·с пенообразующая способность меланжа повышается, и плотность яично-сахарной массы становится равной 370-375 кг/м<sup>3</sup>. Количество отслоившейся жидкой фазы в этом случае составляет в среднем 20,5%.

При вязкости 1,1-1,8 Па·с меланж обладает наибольшей способностью к пенообразованию. Плотность яично-сахарной массы колеблется от 340 до 360 кг/м<sup>3</sup>, но сбитая масса обладает наименьшей устойчивостью, количество отслоившейся жидкой фазы довольно большое и составляет в среднем 39,0%.

Очень легкая масса характеризуется низкой устойчивостью воздушных пузырьков, которые быстро разрушаются, вероятно, вследствие пониженной прочности образующей их пленки.

Анализ качества бисквитного теста, приготовленного по рецептуре бисквита основного, по его плотности и внешнему виду показал, что пышное тесто получается при использовании меланжа вязкостью 2,8-3,0 Па·с. При этом плотность теста составляет 463 кг/м<sup>3</sup>.

При приготовлении бисквитного теста на меланже, обладающем повышенной вязкостью (3,9-10,2 Па·с), качество теста ухудшается. Оно менее насыщено воздухом и имеет плотность 510-547 кг/м<sup>3</sup>. В подобных случаях для получения более легкого бисквитного теста следует увеличивать продолжительность сбивания яично-сахарной массы.

При приготовлении бисквитного теста на меланже с низкой вязкостью (1,1-1,8 Па·с) качество теста также невысокое; это связано с пониженной устойчивостью воздушной фазы сбитой яично-сахарной массы, которая частично разрушается при замесе с мукой.

Влияние температуры на вязкость и пенообразующую способность меланжа показано в таблице 2.

**Таблица 2.** Влияние температуры на вязкость меланжа  
**Table 2.** Effect of temperature on the viscosity of mélange

Температура, °С	Образец №1		Образец №2		Образец №3		Образец №4	
	вязкость, Па·с	продолжительность сбивания, мин						
2	21,4	7,0	17,1	6,0	2,4	4,5	1,6	3,5
10	16,0	5,5	11,2	4,5	2,1	3,0	1,4	2,0
15	13,0	5,5	9,0	4,5	2,0	3,0	1,3	2,0
20	10,5	5,5	7,8	4,5	1,8	3,0	1,2	2,0
45	3,9	4,5	2,4	3,5	1,6	2,0	1,1	1,0

Примечание  $\varepsilon = 5,0\text{с}^{-1}$ , влажность меланжа 73%

Вязкость меланжа исследовали при температурах 2, 10, 15, 20 и 45°С. При указанных температурах определяли пенообразующую способность меланжа следующим образом: производили сбивание рецептурного соотношения смеси меланжа с сахаром до плотности 360-370 кг/м<sup>3</sup>, изменяя продолжительность сбивания. Сбивание яично-сахарной массы во всех опытах производили до постоянной плотности. Поэтому и плотность теста была почти одинаковой во всех опытах и находилась в пределах 450-460 кг/м<sup>3</sup>.

Влияние температуры на вязкость меланжа особенно велико, если меланж имеет высокую первоначальную вязкость. Так, например, если вязкость меланжа при 2°С составляла 21,4 Па·с, то при 45°С она составила 3,9 Па·с, т. е. изменение вязкости произошло более чем в 5 раз. В тех случаях, когда вязкость меланжа при 2°С имеет сравнительно невысокие значения, влияние температуры снижается. Так, если при 2°С вязкость меланжа составляет 1,6-2,4 Па·с, то при 45°С – 1,1-1,6 Па·с. Анализ пенообра-

зующей способности меланжа показывает, что с повышением его температуры продолжительность сбивания понижается: при повышении температуры с 2 до 20°C для меланжа с высокой вязкостью продолжительность сбивания сокращается в 2,5, а для меланжа с низкой вязкостью – в 1,5 раза.

При этом продолжительность сбивания остается стабильной величиной во всех опытах при температуре меланжа от 10 до 20°C. При сбивании подогретого меланжа (температурой 45°C) продолжительность сбивания для всех образцов снижается на 2,5 мин по сравнению с таковой при 2°C.

Оптимальной температурой меланжа при его сбивании следует считать 10-20°C.

Установлено, что сбивание меланжа при низких температурах (в замороженном состоянии) приводит к увеличению продолжи-

тельности этого процесса. Подогрев меланжа до температуры 45°C интенсифицирует процесс сбивания, но это связано с дополнительной затратой времени на его разогревание.

**Выводы.** При исследовании влияния меланжа на качество бисквитного теста выявлено, что пенообразующая способность меланжа существенным образом зависит от его вязкости – чем выше значение вязкости, тем ниже его пенообразующая способность и выше устойчивость пены.

Анализ качества бисквитного теста по его плотности и внешнему виду показал, что хорошо сбитое пышное тесто получается при использовании меланжа вязкостью 2,8-3,0 Па·с, при этом плотность теста составляет 463 кг/м<sup>3</sup>.

Установлено, что оптимальной температурой меланжа при его сбивании является 10-20°C.

#### Список литературы

1. Корячкина С. Я., Лазарева Т. Н., Матвеева Т. В. Разработка технологии бисквитного полуфабриката функционального назначения // *Хлебопродукты*. 2010. № 12. С. 50–51.
2. Джабоева А. С., Канлоева З. Х., Шибзухова Б. М. Влияние морковно-паточного порошка на качество и пищевую ценность бисквитного полуфабриката // *Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2020. С. 29–32.
3. Красина И. Б., Хандамова Т. С., Фадеева А. А. Реологические свойства бисквитного теста с использованием изомальта // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2015. № 2/3. С. 35–38.
4. Лазарева Т. Н., Матвеева Т. В., Корячкина С. Я. Повышение антиоксидантной активности бисквитных полуфабрикатов // *Хлебопродукты*. 2011. № 8. С. 38–39.
5. Магомедов Г. О. [и др.] Сбивные мучные кондитерские изделия с использованием безглютеновой муки // *Материалы III Международной научно-практической конференции*. Краснодар: КубГТУ, 2013. С. 141–142.
6. Чешинский В. Л., Магомедов Г. О., Зацепилина Н. П., Гульбагандова С. Г. Исследование влияния рецептурных компонентов на структурообразование сбивного теста и хлеба для школьного питания // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 2015. № 3. С. 80–85.
7. Думанишева З. С., Джабоева А. С., Истригова Т. А., Даудова Т. Н., Даудова Н. А. Порошок из плодов дикорастущей груши в производстве бисквитных полуфабрикатов // *Известия Дагестанского ГАУ*. 2022. № 4(16). С. 259–265.
8. Матвеева Т. В., Лазарева Т. Н. Применение пищевых волокон Beneo™ Synergy для производства бисквитных полуфабрикатов функционального назначения // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2010. № 1. С. 56–60.

#### References

1. Koryachkina S.Ya., Lazareva T.N., Matveeva T.V. Development of technology for a functional biscuit semi-finished product. *Khleboproducty*. 2010;(12):50–51. (In Russ.)
2. Dzhabayeva A.S., Kanloyeva Z.Kh., Shibzukhova B.M. Influence of carrot-treacle powder on the quality and nutritional value of semi-finished biscuit. *Prioritetnyye napravleniya innovatsionnogo razvitiya*

*sel'skogo khozyaystva* [Priority directions of innovative development of agriculture]: *materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Kabardino-Balkarskiy GAU, 2020. Pp. 29–32. (In Russ.)

3. Krasina I.B., Khandamova T.S., Fadeeva A.A. Rheological properties of biscuit dough using isomalt. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2015;(2-3):35–38. (In Russ.)

4. Lazareva T.N., Matveeva T.V., Koryachkina S.Ya. Increasing the antioxidant activity of biscuit semi-finished products. *Khleboproducty*. 2011;(8):38–39. (In Russ.)

5. Magomedov G.O. [et al.] Whipped flour confectionery products using gluten-free flour. *Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference]. Krasnodar: KubGTU, 2013. Pp.141–142. (In Russ.)

6. Cheshinskij V.L., Magomedov G.O., Zacepilina N.P., Gulbagandova S.G. The research of prescription components' influence on structure formation of «whipped» dough and bread for school meal. *Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies*. 2015;(3):80–85. (In Russ.)

7. Dumanisheva Z.S., Dzhaboeva A.S., Isrigova T.A., Daudova T.N., Daudova N.A. Powder from wild pear fruit in production of semi-finished sponge cake products. *Dagestan GAU Proceedings*. 2022;4(16):259–265. (In Russ.)

8. Matveeva T.V., Lazareva T.N. Application of food fibers Beneo™ Synergy for the production of biscuit semi-finished products of functional purpose]. *Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs*. 2010;(1):56–60. (In Russ.)

---

#### Сведения об авторах

**Ширитова Лариса Жантемировна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4393-1731, Author ID: 701703

**Жилова Рита Мухамедовна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания и химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4954-0259, Author ID: 701701

#### Information about the authors

**Larisa Z. Shiritova** – Candidate of Biological 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: 4393-1731, Author ID: 701703

**Rita M. Zhilova** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Echnology of Public Catering Products and Chemistry", Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN- code: 4954-0259, Author ID: 701701

---

**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 that there is no conflict of interest.

---

*Статья поступила в редакцию 16.02.2023;  
одобрена после рецензирования 10.03.2023;  
принята к публикации 16.03.2023.*

*The article was submitted 16.02.2023;  
approved after reviewing 10.03.2023;  
accepted for publication 16.03.2023.*



24 января 2023 года исполнилось 70 лет Мухамеду Музачировичу Шахмурзову – советнику при ректорате Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова, доктору биологических наук, профессору, академику Международной академии аграрного образования.

В 1975 году он окончил с отличием Кабардино-Балкарский государственный университет по специальности «Ветеринария».

Свою трудовую деятельность М. М. Шахмурзов начал ветеринарным врачом-эпизоотологом участковой ветеринарной лечебницы колхоза им. Гогунокова с. Псыгансу.

В 1977 году – он приглашен на должность младшего научного сотрудника ВНИИ гельминтологии им. К. И. Скрябина (Москва), при этом же институте окончил аспирантуру и в 1981 году успешно защитил кандидатскую диссертацию. С 1981 по 1986 гг. работал заместителем начальника экспедиции по борьбе с болезнями рыб Минсельхоза СССР. С 1986 по 1995 гг. – старший научный сотрудник, ученый секретарь ВНИИ ирригационного рыбоводства.

В 1994 году М. М. Шахмурзов окончил докторантуру ВНИИ санитарии, гигиены и экологии РАСХН и защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора биологических наук.

М. М. Шахмурзов внес значительный вклад в разработку приоритетного направления науки «Ресурсосберегающие экологически чистые технологии производства рыбной продукции», имеющего большое практическое значение. Созданная им научная школа доказала, что и в зоне интенсивного сельскохозяйственного производства можно получать экологически чистую рыб-

ную продукцию естественного химического состава и высокой биологической ценности. Широкий отклик научной общественности получили разработанные им рекомендации по оптимизации гидрохимического режима воды за счет использования природных цеолитов и бентонитов. Это научное положение в корне меняет стратегию и тактику организации противотоксикологических и противозооотических мероприятий в рыбоводческих хозяйствах. На уровне изобретения предложен и внедрен в производство препарат «Цеометин», позволяющий снизить уровень токсикантов в рыбной продукции. Разработана методика анализа нитратов и нитритов в рыбопродуктах, которая утверждена Управлением санэпиднадзора Минздрава Российской Федерации, и успешно используется для серийных анализов рыбопродуктов.

В 1995-2000 гг. учёный заведовал кафедрами «Ветсанэкспертиза, эпизоотология и паразитология» и «Товароведение и экспертиза качества продуктов АПК» Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии.

С 2000 по 2012 годы М. М. Шахмурзов – проректор по научной и инновационной работе КБГСХА.

В этот период на базе вуза открылся Северо-Кавказский филиал «Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства», в котором проведены фундаментальные исследования по совершенствованию системы охраны водных ресурсов и сохранности ценных видов рыб бассейна реки Терек, созданы и успешно эксплуатируются племенные стада ручьевой форели. Подготовлена и издана монография «Рыбоводство Кабардино-Балкарской Республики: состояние и перспективы».

М. М. Шахмурзов многое сделал для повышения кадрового и научно-образовательного потенциала университета. При его непосредственном участии открыты 5 диссертационных советов по 9 научным специальностям, что позволило повысить процент оспереженности преподавателей, войти в десятку лучших сельскохозяйственных вузов РФ по этому показателю.

Под его руководством реализуется актуальная научная тема «Устойчивое развитие сельских территорий КБР», в рамках которой проведен мониторинг экономического состояния районов и предложена научно обоснованная программа их развития.

М. М. Шахмурзов является председателем диссертационного совета Д220.033.02 по специальностям: «Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных» и «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства».

М. М. Шахмурзов проводит большую работу по подготовке молодых специалистов и научно-педагогических кадров. Под его руководством защищены две докторские и 14 кандидатских диссертаций.

Список научных трудов Мухамеда Музачировича насчитывает 262 наименования, из них 11 монографий, 8 учебных пособий, 20 авторских свидетельств и патентов.

С 2012 по 2014 гг. М. М. Шахмурзов – исполняющий обязанности ректора, затем – ректор Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова.

М. М. Шахмурзов внес значительный вклад в укрепление материально-технической базы и совершенствование организационной структуры университета: созданы институты экономики и управления, начата подготовка специалистов СПО, открыт диссертационный совет по экономике.

С 2014 по 2016 гг. М. М. Шахмурзов работал в Правительстве Кабардино-Балкарской Республики: 2014-2015 гг. – министр сельского хозяйства, 2015-2016 гг. – руководитель Управления ветеринарии. В этот период при его непосредственном участии руководством республики проведена реорганизация государственной ветеринарной службы: впервые создан орган исполнительной власти Правительства КБР – Управление ветеринарии, созданы хозяйствующие субъекты, государственные казенные учреждения: Центр ветеринарной медицины,

Отгонные пастбища КБР, решен проблемный вопрос с размещением Республиканской ветеринарной лаборатории. Все это позволило повысить уровень диагностической работы и улучшить эпизоотическую ситуацию в республике.

За большой вклад в совершенствование ветеринарного дела, высокий профессионализм, оперативное решение задач по обеспечению эпизоотического благополучия М. М. Шахмурзов награжден Почетной грамотой Пограничного управления ФСБ и УФСИН России по КБР (2016 г.).

Его труд отмечен Почетными грамотами Департамента кадровой политики и образования Минсельхоза Российской Федерации, Правительства и Парламента КБР (2003 г.), нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» (2003 г.). Он имеет звание «Заслуженный работник образования Кабардино-Балкарской Республики» (2001 г.), является академиком Международной академии аграрного образования, членом Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

В настоящее время М. М. Шахмурзов – советник при ректорате, заведующий кафедрой «Зоотехния и ветеринарно-санитарная экспертиза» Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова, курирует вопросы мониторинга и разработки программ развития сельских территорий, центра историко-патриотического воспитания университета.

**Уважаемый Мухамед Музачирович!**

**Примите искренние поздравления с Вашим юбилеем.**

**Своим ответственным отношением к любому делу и трудолюбием Вы подаете пример молодому поколению.**

**Ваш высокий профессиональный уровень, целеустремленность, деловой подход всегда были направлены на достижение высоких результатов. Своими замечательными человеческими качествами, инициативностью, энергией Вы заслужили непререкаемый авторитет у коллег и студентов.**

**Дальнейших успехов Вам в Вашей многогранной деятельности на благо родного вуза, реализации всех проектов и замыслов, крепкого здоровья, счастья и благополучия, долгой и счастливой жизни в кругу близких людей и успехов в дальнейшей работе!**

**ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ  
В НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ  
«ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА им. В. М. КОКОВА»**

1. К публикации принимаются статьи по проблемам развития сельского хозяйства, представляющие научно-практический интерес для специалистов АПК.
2. В редакцию одновременно предоставляются материалы статьи с сопроводительным письмом.
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](mailto: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 – *Батырова И. В.*  
Технический редактор – *Казаков В. Ю.*  
Перевод – *Гоова Ф. И.*  
Верстка – *Рулёва И. В.*

ИЗВЕСТИЯ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. В. М. КОКОВА



Подписано в печать 27.03.2023 г. Дата выхода в свет 30.03.2023 г.  
Гарнитура Таймс. Печать трафаретная. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Бумага офсетная. Усл.п.л. 20,5. Тираж 300.  
Цена свободная.

---

**Адрес издателя:** 360030, Россия, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-67-13  
E-mail: kbgsha@rambler.ru

**Адрес редакции:** 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-59-39  
E-mail: kbgau.rio@mail.ru

**Адрес типографии:** 360030, КБР, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в.  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Тел. +7(8662) 40-95-84  
E-mail: kbgau.tipografiya@mail.ru